

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних і практичних робіт
з курсу
«Основи інформаційних технологій в обробці тиском»

для студентів освітньої програми
«Прикладна механіка»
денної і заочної форми навчання

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 2 від 25.06.2020

Харків
НТУ «ХПІ»
2020

Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Основи інформаційних технологій в обробці тиском» для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» денної і заочної форми навчання / уклад. : С. О. Губський, А. О. Окунь, В. Л. Чухліб. – Харків : НТУ «ХП», 2020. – 76 с.

Укладачі: С. О. Губський
А. О. Окунь
В. Л. Чухліб

Рецензент В. І. Кузьменко

Кафедра обробки металів тиском

Вступ

Методичні вказівки призначені для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» і допоможуть їм оволодіти знаннями і навичками з курсу «Основи інформаційних технологій в обробці тиском». У роботі надані алгоритми побудови креслень та об'ємних деталей в системі автоматизованого проектування. Дану методику студенти використовувати при виконанні лабораторних і практичних робіт з курсу «Основи інформаційних технологій в обробці тиском».

Метою методичних вказівок є надання студентам інформації щодо побудови креслень та об'ємних деталей в системі автоматизованого проектування. Оскільки програма КОМПАС-3D V17 російськомовна, назви команд на рисунках наведено на російській мові.

Лабораторна робота 1

Поділ окружності на рівні частини

Мета: Накреслити деталь-пластину, що зображена на рис. 1.1.

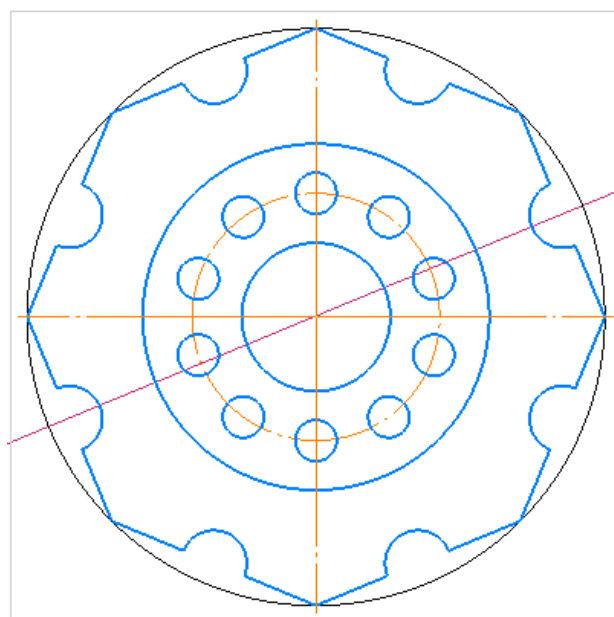


Рисунок 1.1 – Креслення деталі-пластини

Для виконання креслення деталі-пластини, що зображена на рис. 1.1, обираємо формат аркуша А4. Для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V17 та створюємо нове креслення: *Головне меню-Файл-Створити* (або комбінація клавіш *Ctrl+N*)-*Креслення*. Для вибору формату аркуша А3 необхідно перейти у *Головне меню-Настройка-Параметри-Поточне креслення-Параметри першого аркуша-Формат* вибрати формат аркуша А4 та вертикальну орієнтацію креслення, підтвердити: *ОК* (рис. 1.2).

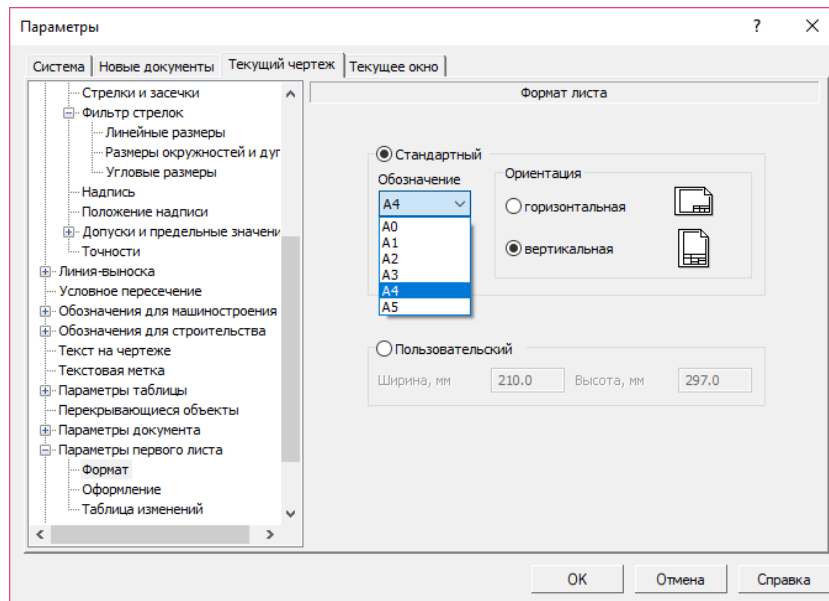


Рисунок 1.2 – Вибір формату аркуша

У панелі *Параметри* обираємо *Системний вид (1:1)*. Клавішею *F9* відображаємо все креслення (або *Головне меню-Вид-Показать все*).

Спочатку креслимо окружність діаметром 140 мм, для цього в списку наборів інструментальних панелей вибираємо в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія-Окружність*, з'являється панель *Параметри*. Вносимо розмір окружності по діаметру 140 мм, стиль лінії – *тонка*, осі *вирисовувати* (рис. 1.3).

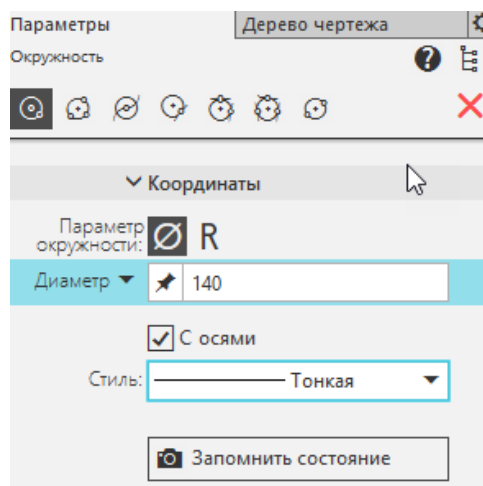




Рисунок 1.3 – Параметры окружности

Далі, креслимо окружність діаметром 84 мм, стиль лінії – *основна, без осей*. Якщо наводимо курсор на елементи креслення, то біля курсору з'являються надписи та перехрестя – прив'язки. Їх можна активувати із *Панелі швидкого доступу* кнопкою  *Прив'язки*. Прив'язки допомагають точно та правильно побудувати креслення.

Креслимо:

- окружність діаметром 60 мм, стиль лінії – *осьова, без осей*;
 - окружність діаметром 36 мм, стиль лінії – *основна, без осей*;
 - маленька окружність діаметром 10 мм, стиль лінії – *осьова, без осей*
- (рис. 1.4).

Для наближення креслення використовуємо колесо «миші».

Уздовж окружності 60 мм креслимо ще 9 маленьких окружностей діаметром 10 мм. Для цього необхідно виділити окружність діаметром 10 мм та вибрати в *Інструментальній панелі Креслення-Правка*- *Копія по окружності*. Уводимо в *Панелі властивостей* кількість копій – 10, з параметром *по всій окружності*. Далі ставимо курсор в центр окружності, уздовж якої буде копіюватися окружність діаметром 10 мм (рис. 1.5).

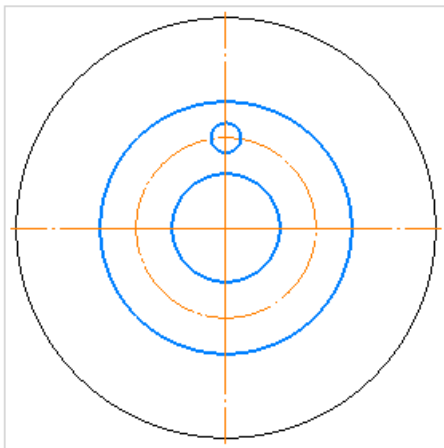


Рисунок 1.4 – Побудова окружностей

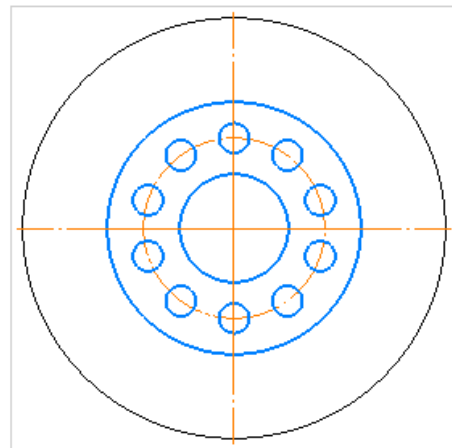



Рисунок 1.5 – Побудова окружностей з використанням команди *Копія по окружності*

Підтверджуємо дію .

Будуємо восьмигранник по описаній окружності діаметром 140 мм. У списку *наборів інструментальних панелей* вибираємо в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія*- *Багатогранник*, з'являється панель *Параметри*. Вносимо параметри: кількість вершин – 10, спосіб побудови – *по описаній окружності*, діаметр 140 мм, стиль лінії – *основна*. Орієнтуємо багатогранник так як показано на рис. 1.6.

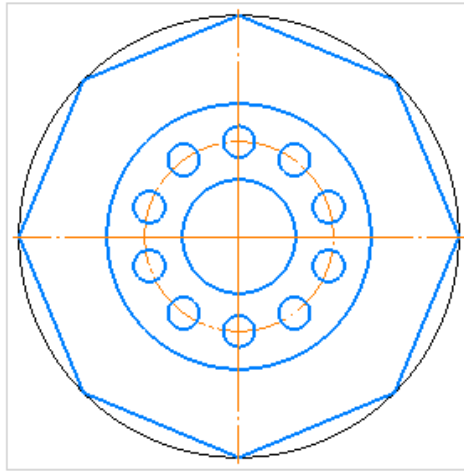


Рисунок 1.6 – Побудова багатогранника

Будуємо в середині кожної сторони восьмигранника виріз радіусом 8 мм:

- у списку *наборів інструментальних панелей* вибираємо в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія-Допоміжна пряма*, з'являється панель *Параметрів*. Дана пряма буде перетинати центр під кутом $22,5^\circ$;

- будуємо окружність радіусом 8 мм, без осей, стиль лінії – *основна*. Вибираємо в *Інструментальній панелі Креслення-Правка-Усікти криву*. В панелі властивостей вибираємо, що вказану ділянку необхідно видалити та видаляємо зайве;

- копіюємо по окружності отриману дугу з параметрами: кількість копій – 8, по всій окружності;

- видаляємо зайві лінії. Отримуємо деталь, як було показано на рис. 1.1.

Зберігаємо креслення: *Головне меню-Файл-Зберегти* (або комбінація клавіш *Ctrl+S*). Далі необхідно вибрати місце зберігання креслення, назву та вибрати *Зберегти*. Розширення створеного файлу буде *.cdw.

Контрольні запитання

1. Як встановити формат креслення?
2. Як встановити масштаб креслення?
3. Як встановити орієнтацію креслення?
4. Як накреслити окружність?
5. Як активувати прив'язки?
6. Як накреслити по окружності декілька однакових ліній?
7. Як побудувати багатогранник?
8. Як побудувати допоміжну пряму?
9. Як усікти криву?
10. Як зберегти креслення?
11. Яке файлове розширення має креслення?

Лабораторна робота 2

Оформлення креслення

Мета: Накреслити деталь-пластину, що зображена на рис. 2.1.
Роздрукувати креслення.

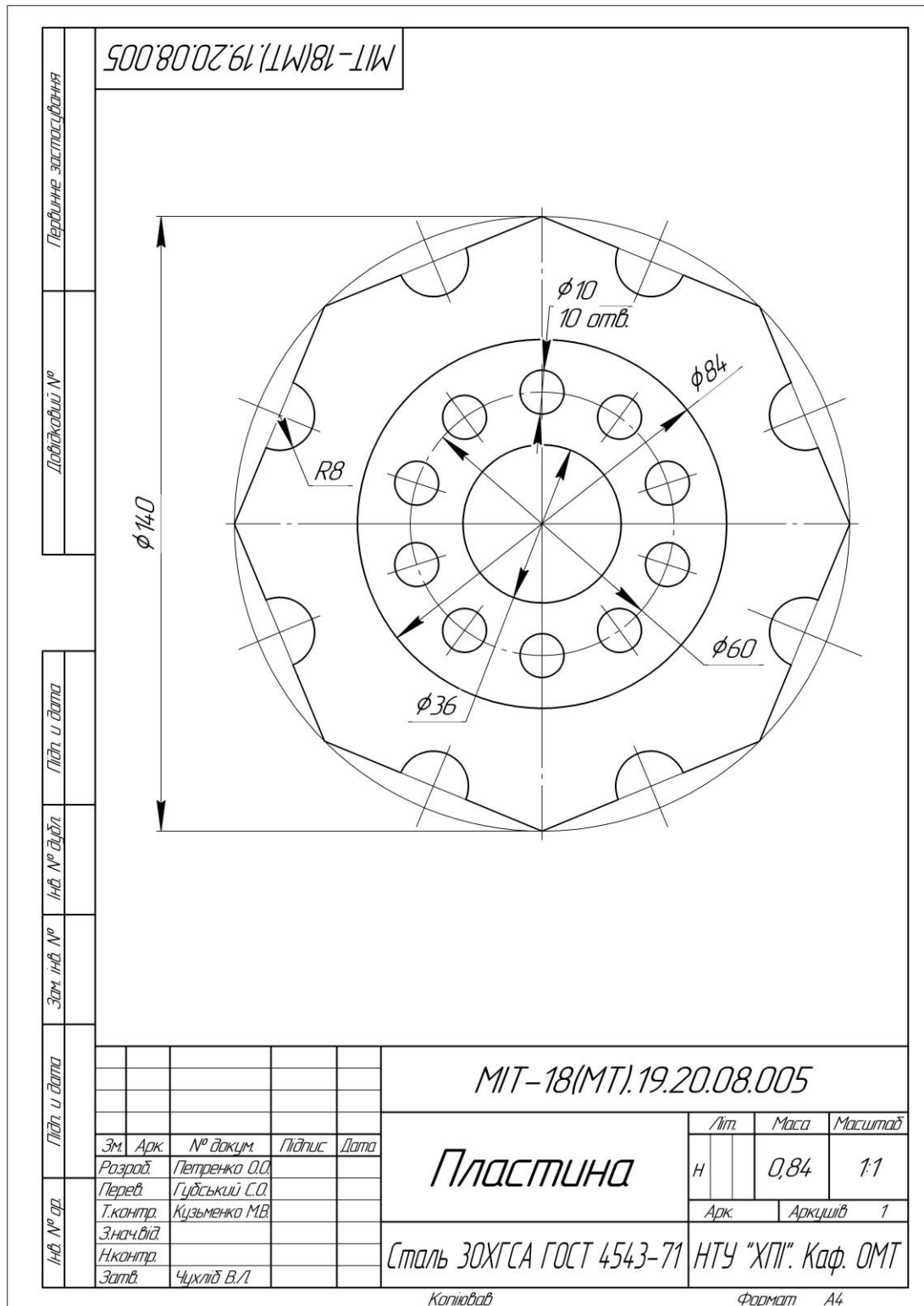


Рисунок 2.1 – Креслення деталі-пластини

Відкриваємо креслення, що було зроблене в лабораторній роботі 1. Для цього виберемо *Головне меню-Файл-відкрити* (або комбінація клавіш *Ctrl+O*), знаходимо необхідний файл та натиснемо *Відкрити*.

Наносимо осьові лінії, для цього в *Інструментальній панелі Креслення-Позначення-Позначення центру* знаходимо панель *Параметри*. Вибираємо *Тип – Дві осьові* (чи *Одна осьова*) та проставляємо осьові лінії там, де це необхідно, як показано на рис. 2.2.

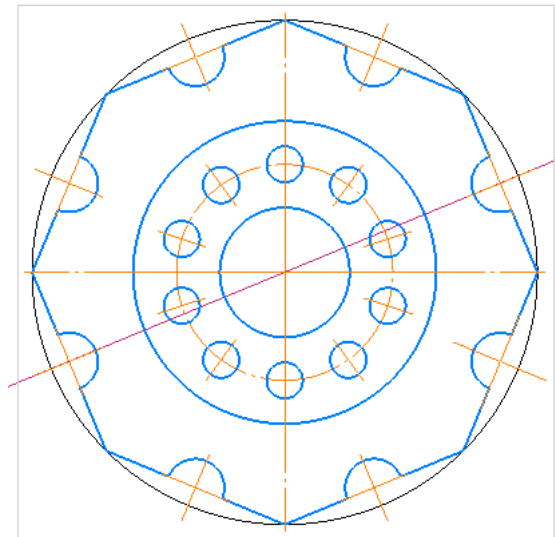


Рисунок 2.2 – Постановка осьових ліній

Проставляємо необхідні розміри, для цього:

- в *Інструментальній панелі Креслення-Розміри-Лінійний розмір* знаходимо панель *Параметри*. Вибираємо поле *Текст* та проставляємо позначення \varnothing перед числом, підтверджуємо дію та фіксуємо розмір;

- в *Інструментальній панелі Креслення-Розміри-Діаметральний розмір* проставляємо необхідні діаметральні розміри. Для постановки розмірів на полці необхідно в панелі *Параметри* розмірів вибрати потрібний параметр *Розміщення тексту*. Для доповнення основного тексту розміру додатковим необхідно в панелі *Параметри* розмірів вибрати поле *Текст* та прописати необхідний текст у вікні, що з'явилося (рис. 2.3), підтвердити дію та зафіксувати розмір в необхідному місці.

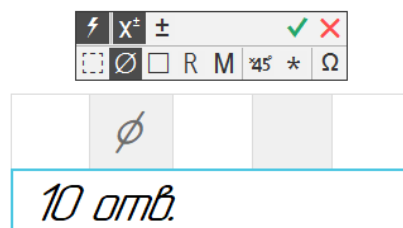


Рисунок 2.3 – Доповнення основного тексту розміру додатковим

Technical drawing of a circular plate with a hexagonal hole pattern. The plate has an outer diameter of $\phi 140$. The central hole pattern consists of a hexagon with a side length of 10 cm and a radius of $R8$. The holes are arranged in a circular pattern with a diameter of $\phi 60$. The holes have a diameter of $\phi 10$ and are spaced at a distance of $\phi 36$ from the center. The drawing includes a pink line indicating a section cut.

Для заповнення основного напису до креслення необхідно два рази натиснути лівою клавішею «миші» по рамці основного напису та ввести необхідні дані, підтвердити дію (рис. 2.5).

					MIT-18(MT).19.20.08.005		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Петренко О.О.			Пластина		
Перев.		Гудський С.О.			Н	0,84	1:1
Т.контр.		Кузьменко М.В.					
Знач.від.					Арк.	Аркушів	
Н.контр.							
Затв.		Чухліб В.І.			Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71 НТУ "ХПІ". Каф. ОМТ		

Вибір іншого аркуша (основного напису) – *Головне меню-Налаштування-Параметри-Поточне креслення-Параметри першого листа-Оформлення* і в пунктах *Бібліотека* та *Назва* обрати необхідне оформлення. Файли оформлення знаходяться – *Диск:\Program Files\ASCOT\KOMPAS-3D v17\Sys.*

9

Друк креслення: *Головне меню-Файл-Друк* (або комбінація клавіш *Ctrl+P*). Далі необхідно обрати необхідні параметри друку, пристрій друку та вибрати *Друк*.

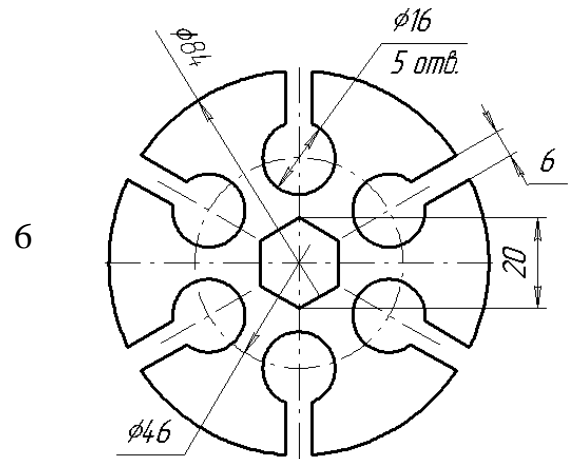
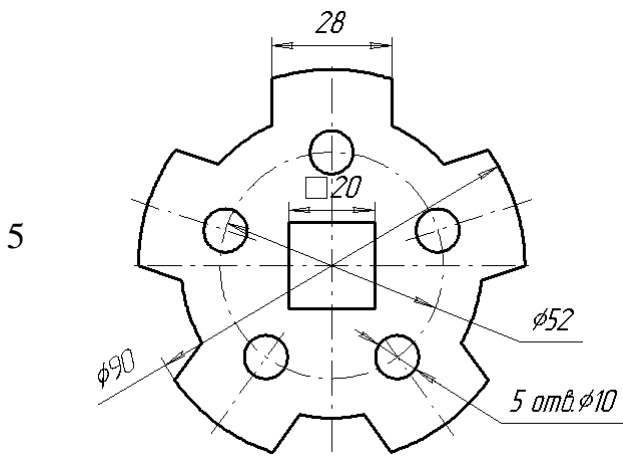
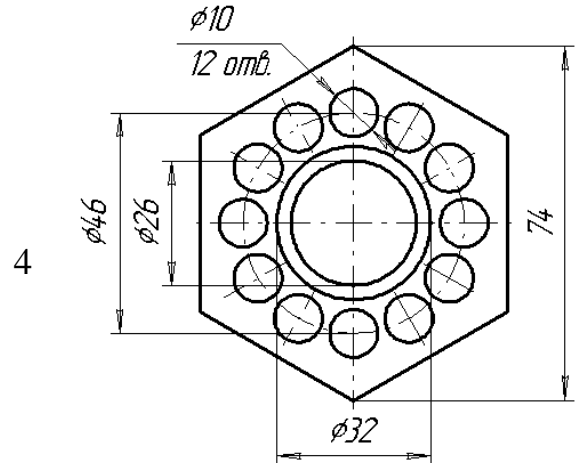
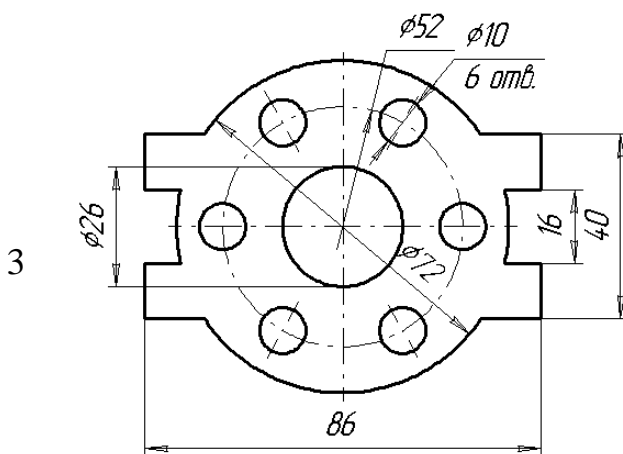
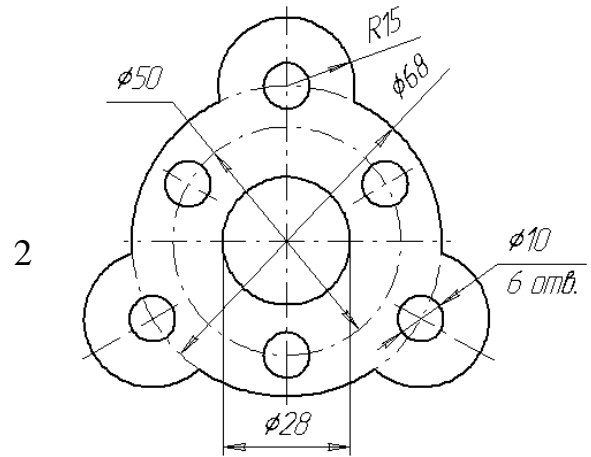
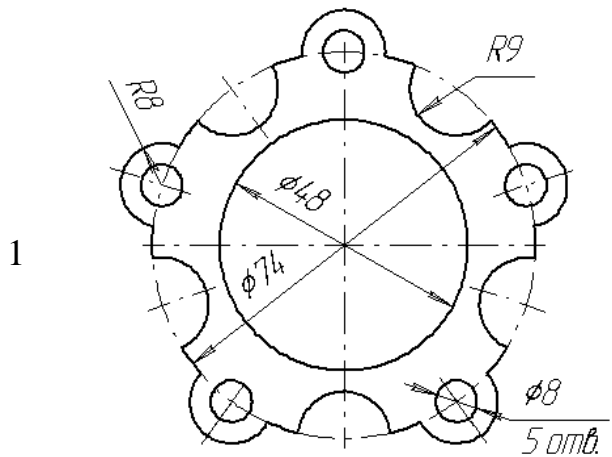
Контрольні запитання

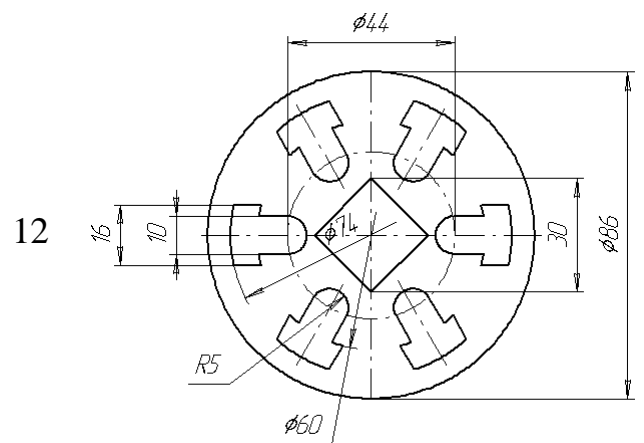
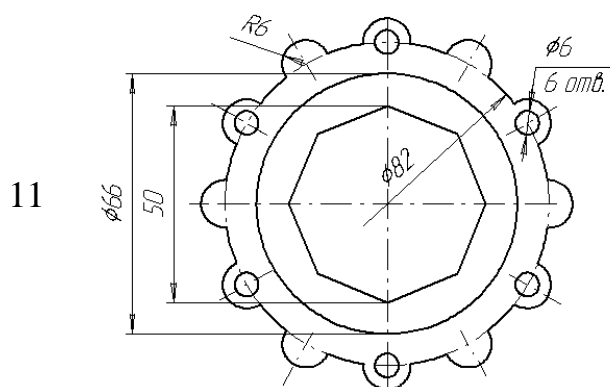
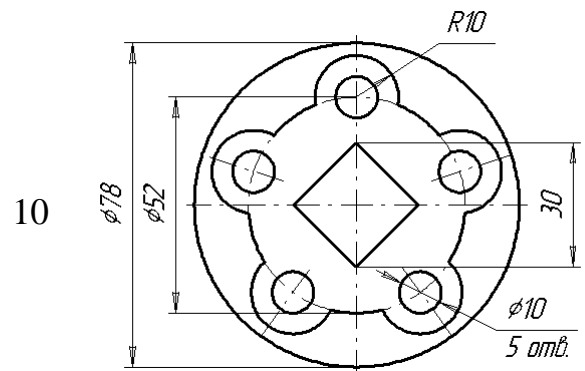
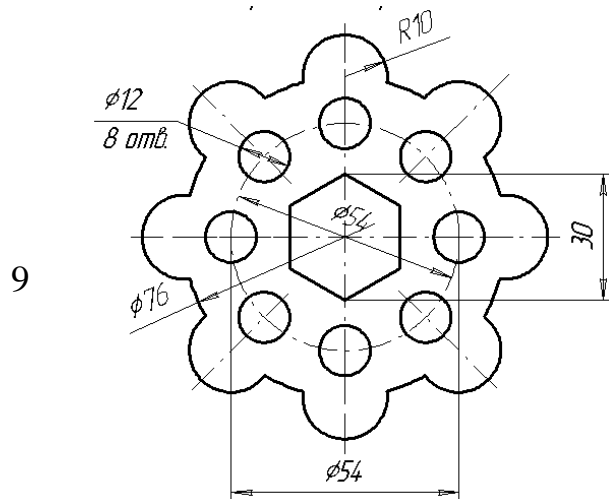
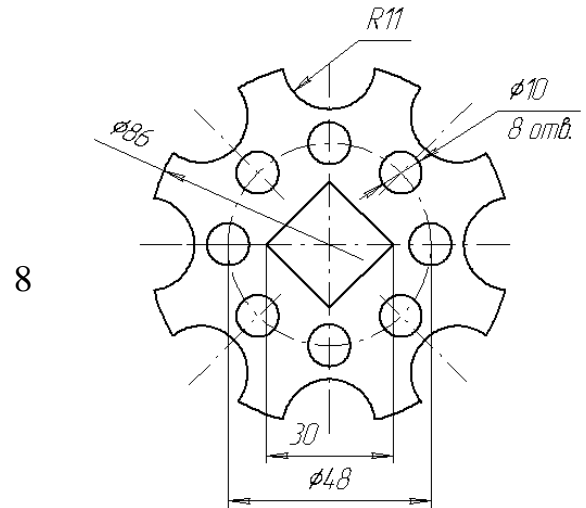
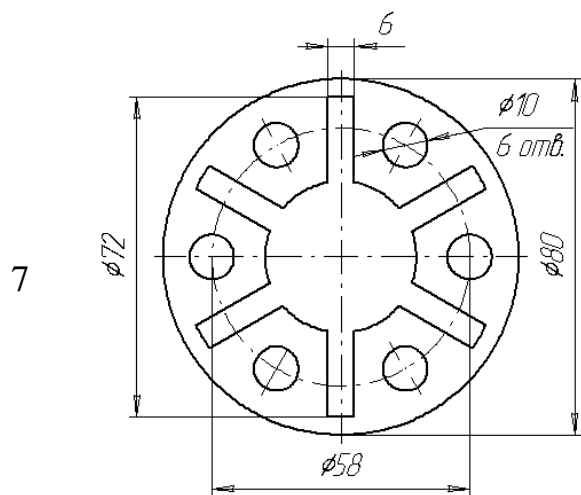
1. Як відкрити креслення?
2. Як нанести на креслення осьові лінії?
3. Як нанести на креслення лінійні розміри?
4. Як нанести на креслення діаметральні розміри?
5. Як доповнити основний текст розміру додатковим?
6. Як нанести на креслення радіальні розміри?
7. Як заповнити основний напис до креслення?
8. Як вибрати оформлення аркуша?
9. Де на диску комп'ютера знаходяться файли оформлення основного напису аркуша?
10. Як прибрати необхідні допоміжні лінії з креслення?
11. Допоміжні лінії при друці креслення потрібно друкувати?
12. Як роздрукувати креслення?

Практична робота 1

Основні операції Компас 3D та оформлення креслення

Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком, накреслити деталь та оформити креслення на форматі аркуша А4.





Лабораторна робота 3

Сполучення ліній

Мета: Накреслити деталь-пластину (рис. 3.1), використовуючи сполучні лінії, нанести розміри та заповнити основний напис.

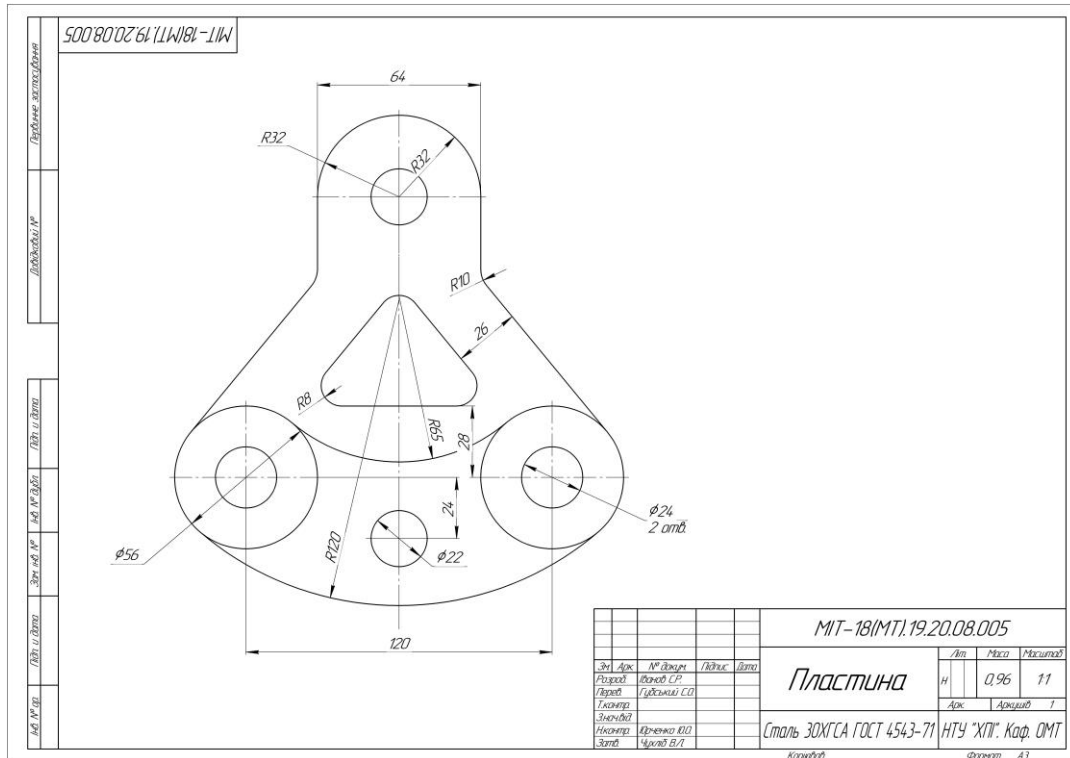


Рисунок 3.1 – Креслення деталі-пластини

Для виконання креслення деталі-пластина, що зображена на рис. 3.1, обираємо формат аркуша А3, горизонтальну орієнтацію та масштаб 1:1.

Проводимо по середині аркуша вертикальну осьову лінію довжиною приблизно 170 мм: в *Інструментальній панелі Креслення-Позначення-Осьова лінія по двом точкам*.

Щоб намітити центри кіл 56 мм та 24 мм необхідно:

– провести дві допоміжні лінії, паралельні відносно осьової лінії, на відстані 60 мм: в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія-Паралельна пряма*. Вводимо в панелі *Параметри* відстань 60 мм та обираємо параметр *З двох сторін* (рис. 3.2). Обираємо на кресленні осьову лінію та підтверджуємо дію, отримуємо попереднє креслення – рис. 3.3.

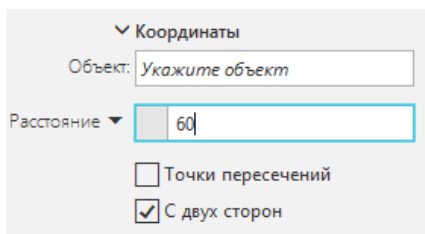


Рисунок 3.2 – Введення параметрів допоміжних паралельних прямих

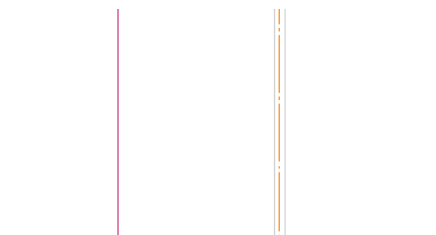


Рисунок 3.3 – Попереднє креслення з допоміжними паралельними прямими

– провести горизонтальну допоміжну пряму нижче центра приблизно на 30 мм: в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія-Горизонтальна пряма*.

Далі проводимо відносно щойно накресленої допоміжної горизонтальної лінії наступні додаткові допоміжні прямі:

– щоб намітити центр окружності діаметром 22 мм, одну додаткову допоміжну лінію, паралельну горизонтальній допоміжній лінії, на відстані 24 мм проводимо без параметра *З двох сторін* та розташовуємо нижче горизонтальної допоміжної лінії (рис. 3.4, а);

– додатковою допоміжною прямою відмічаємо відстань до нижньої основи трикутника на відстані 110 мм без параметра *З двох сторін* та розташовуємо вище горизонтальної допоміжної лінії (рис. 3.4, б).

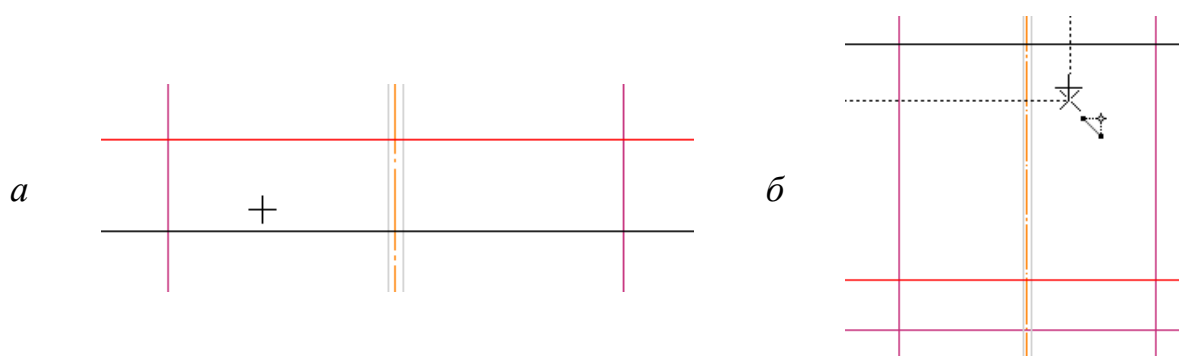


Рисунок 3.4 – Попереднє креслення з допоміжними горизонтальними прямими, розташованими нижче (а) та вище (б) додаткових допоміжних прямих

Креслимо кола діаметром 56 та 24 мм, тип лінії *основна* – рис. 3.5, два кола діаметром 22 мм та коло діаметром 64 мм, тип лінії *основна* – рис. 3.6.

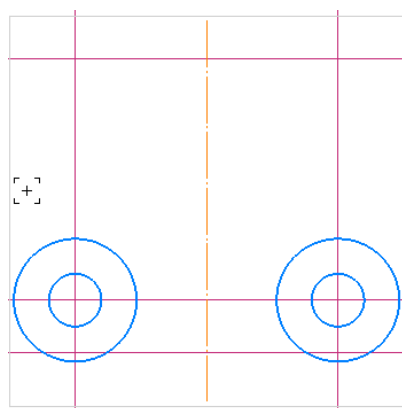


Рисунок 3.5 – Креслення кіл діаметром 56 та 24 мм

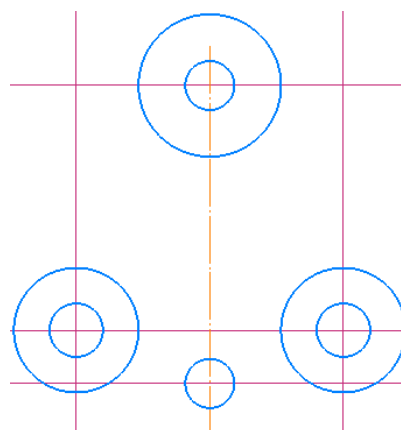


Рисунок 3.6 – Креслення кіл діаметром 22 та 64 мм

Креслимо сполучні лінії (для забезпечення плавного переходу з однієї лінії в іншу): вибираємо в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія-Округлення*. Вводимо в панелі *Параметри* радіус 120 мм та вибираємо зовнішні сторони кіл діаметром 56 мм. Аналогічно креслимо сполучну

лінію радіусом 65 мм, вибираємо внутрішні сторони кіл діаметром 56 мм (рис. 3.7).

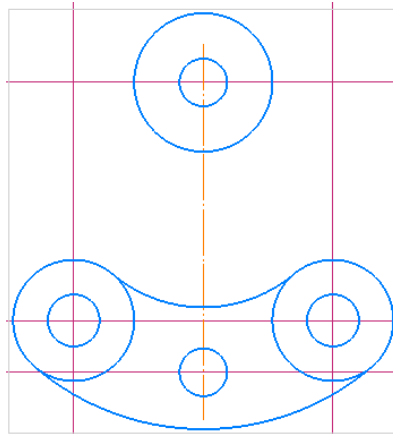


Рисунок 3.7 – Креслення сполучних ліній радіусом 65 та 120 мм

Креслимо контур, для цього:

- паралельно центральній осьовій лінії проведемо відрізки до вирівнювання по нижній точці окружності діаметром 64 мм: в *Інструментальній панелі* обираємо *Креслення-Геометрія-Паралельний відрізок*;

- вибираємо в *Інструментальній панелі* *Креслення-Геометрія-Дотичний відрізок через зовнішню точку*, стиль лінії – *основна*, далі виконуємо дії в такій послідовності: обираємо окружність діаметром 56 мм, нижній кінець щойно накресленого відрізка, необхідний контур створюваного відрізка;

- закругляємо пересічення відрізків радіусом 10 мм;

- видаляємо зайве та залишаємо дугу окружності діаметром 64 мм (рис. 3.8).

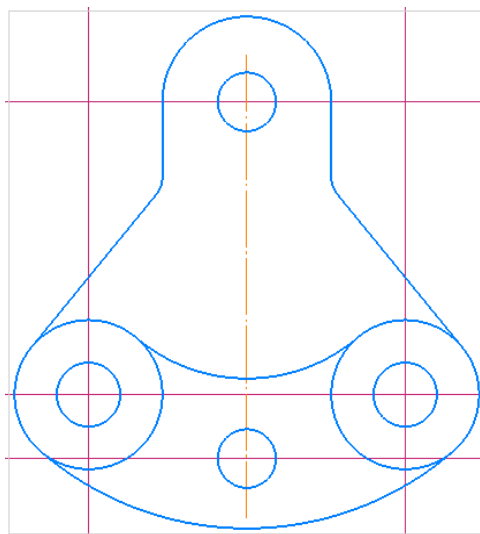


Рисунок 3.8 – Креслення контуру деталі

Креслимо трикутник:

- проводимо допоміжну горизонтальну лінію, це основа трикутника, що знаходиться на 28 мм вище центра кіл діаметром 24 та 56 мм;
- креслимо допоміжні лінії сторін трикутника, що знаходяться на відстані 26 мм від контуру деталі;
- обводимо контур трикутника основною лінією: вибираємо в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія-Відрізок*;
- видаляємо всі допоміжні лінії, щоб вони не заважали подальшим побудовам: *Креслення-Видалити допоміжні криві та точки*;
- робимо закруглення вершин трикутника радіусом 8 мм;
- наносимо осьові лінії (рис. 3.9).

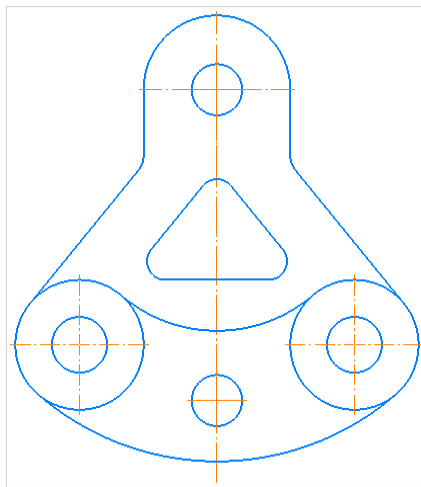


Рисунок 3.9 – Контур трикутника

Продовжуємо оформлення креслення – наносимо всі необхідні розмірні лінії (лінійний розмір 26 мм проставляємо – в *Інструментальній панелі Креслення-Розміри-Лінійний від відрізка до точки*) та заповнюємо основний напис до креслення. Отримуємо креслення, як показано на рис. 3.1. Зберігаємо креслення.

Контрольні запитання

1. Як провести осьову лінію за двома точками?
2. Яка основна функція на кресленні допоміжних ліній?
3. Як провести допоміжні паралельні прямі?
4. Як провести допоміжну паралельну пряму?
5. Дайте визначення сполучних ліній.
6. Як зробити закруглення?
7. Як провести дотичний відрізок через зовнішню точку?
8. Як провести відрізок?
9. Як однією командою видалити допоміжні криві та точки?
10. Як проставити лінійний розмір від відрізка до точки?

Лабораторна робота 4

Нанесення штриховки на креслення

Мета: Накреслити деталь-коромисло (рис. 4.1), нанести розміри та штриховку.

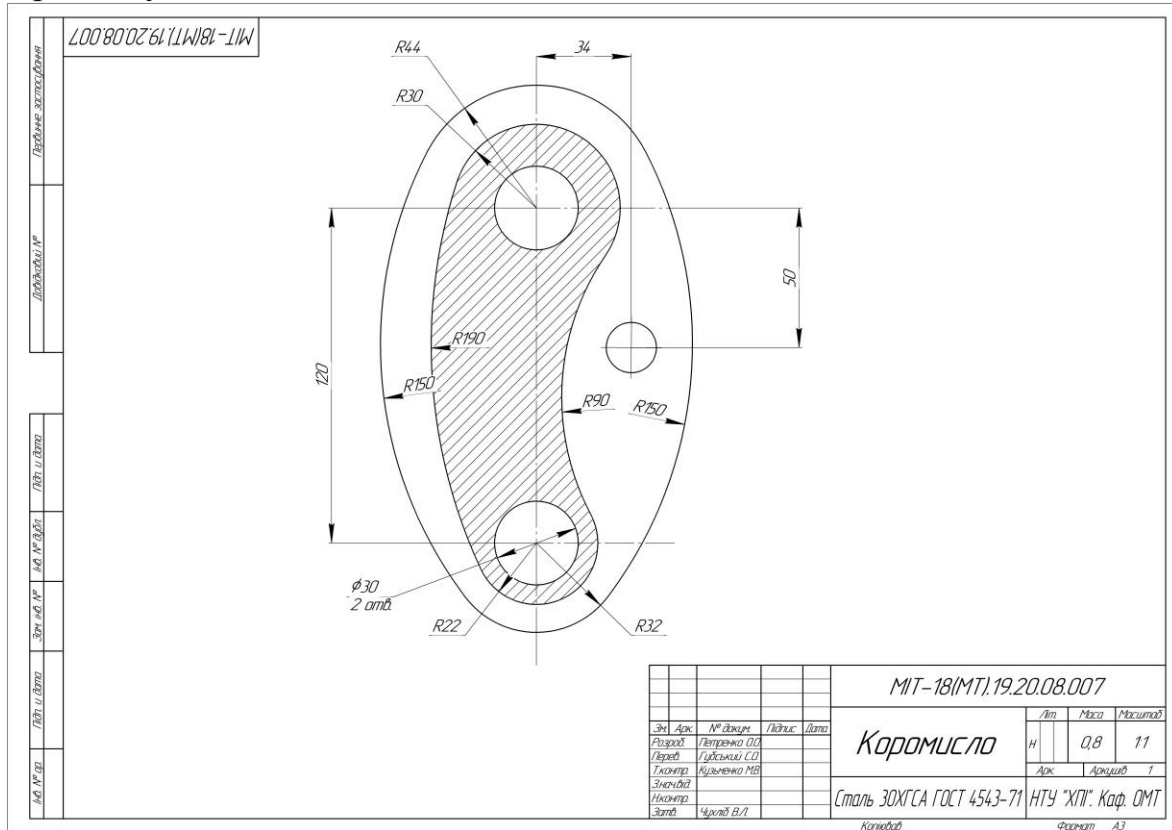


Рисунок 4.1 – Креслення деталі-коромисла

Для виконання креслення деталі-коромисла, що зображена на рис. 4.1, обираємо формат аркуша А3, горизонтальну орієнтацію та масштаб 1:1.

Проводимо по середині аркуша вертикальну осьову лінію довжиною приблизно 200 мм.

Намічаємо центр окружностей діаметром 30 мм. Для цього:

- вибираємо горизонтальну допоміжну пряму, на осьовій лінії натискаємо правою кнопкою «миші» та вибираємо в контекстному меню, що з'явилося, *Прив'язка-Середина*. Проводимо горизонтальну допоміжну лінію посередині осьової лінії;

- відкладаємо допоміжні паралельні прямі, розміщені горизонтально на відстані 50 мм вгору та 70 мм вниз.

Намічаємо центр окружності діаметром 18 мм. Для цього вибираємо паралельну допоміжну пряму та проводимо її вертикально на відстані 34 мм від осьової справа (рис. 4.2).

Креслимо окружності діаметром 30 мм, тип лінії – *основна*.

У центрі нижньої окружності діаметром 30 мм креслимо окружності радіусом 22 та 32 мм.

У центрі верхньої окружності діаметром 30 мм накреслимо окружності радіусом 30 та 44 мм (рис. 4.3).

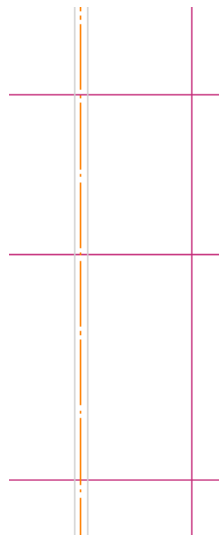


Рисунок 4.2 – Попереднє креслення з допоміжними горизонтальними прямими

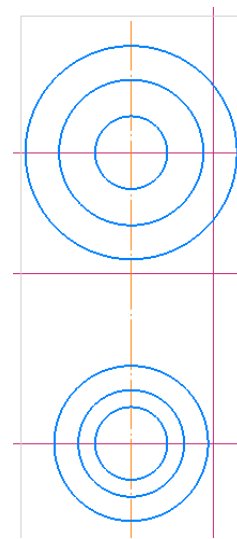


Рисунок 4.3 – Попереднє креслення з окружностями

Креслимо зовнішній контур деталі з допомогою сполучень. Для цього з обох сторін зробимо внутрішнє сполучення радіусом 150 мм по окружностях радіусом 44 мм, відсікаємо зайві криві.

Сполучаємо окружності радіусом 30 та 22 мм внутрішнім сполученням (ліворуч) радіусом 190 мм та зовнішнім сполученням (праворуч) радіусом 90 мм, відсікаємо зайві криві (рис. 4.4).

Будуємо окружність діаметром 18 мм, тип лінії – *основна*.

Видаляємо всі допоміжні лінії та наносимо осьові.

Наносимо штриховку. Для цього в *Інструментальній панелі* вибираємо *Креслення-Геометрія-Штриховка*, вибираємо область та підтверджуємо дію (рис. 4.5). При нанесенні штриховки на креслення можливо виставити параметри стилю, кольору, кроку, кута та інше.

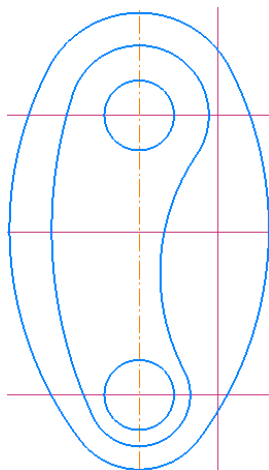


Рисунок 4.4 – Попереднє креслення зі сполученнями

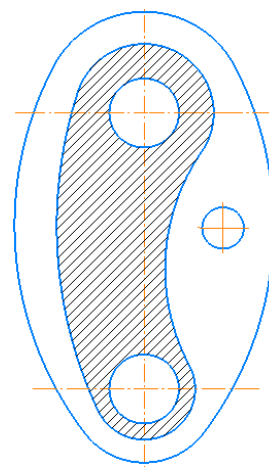




Рисунок 4.5 – Попереднє креслення зі штриховкою

Наносимо розміри (при постановці радіальних розмірів 190, 150, 90 мм – вибираємо параметр *Не від центру*) та заповнюємо основний напис, як показано на рис. 4.1. Зберігаємо креслення.

Якщо необхідно штрихувати не всю область, а якийсь певний фрагмент, то необхідно виконати такі дії:

– провести сплайн-криву Без'є: в *Інструментальній панелі Креслення-Геометрія-Сплайн по точках*  *Криві Без'є*. Вибираємо тип лінії параметр *Для лінії обриву* та креслимо криву (можливо буде потрібно заборонити в панелі швидкого доступу  *Прив'язки*). Підтверджуємо дію;

– заштриховуємо необхідний фрагмент області (рис. 4.6).

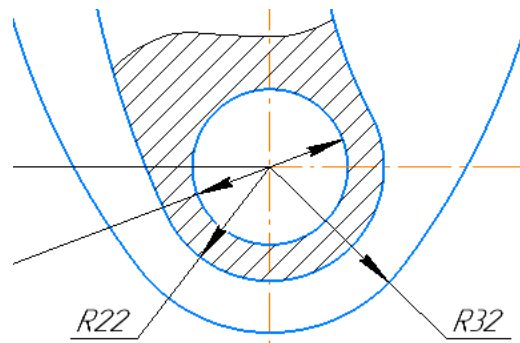


Рисунок 4.6 – Штриховка певного фрагменту

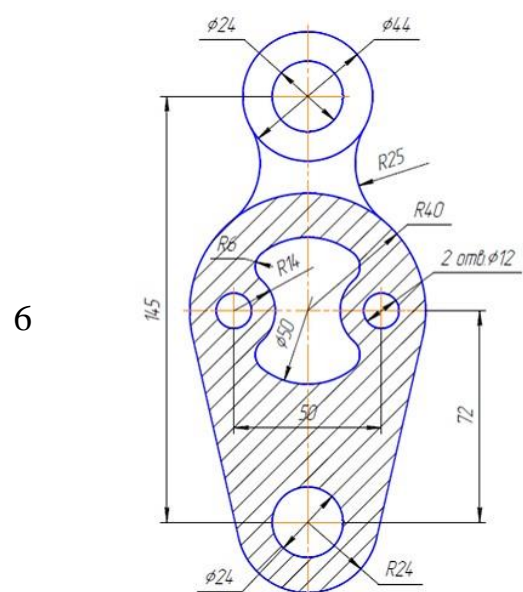
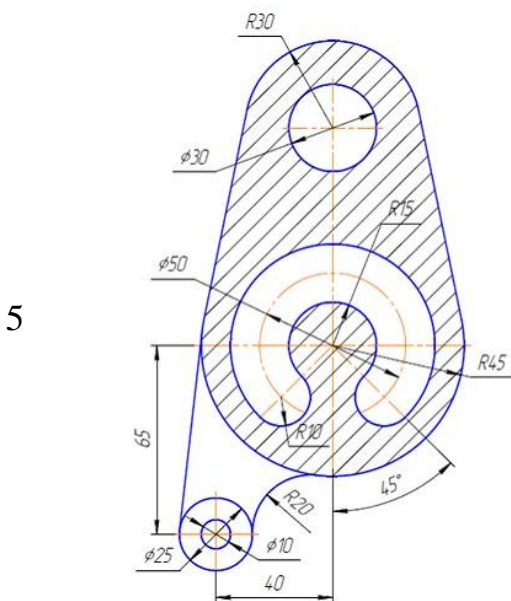
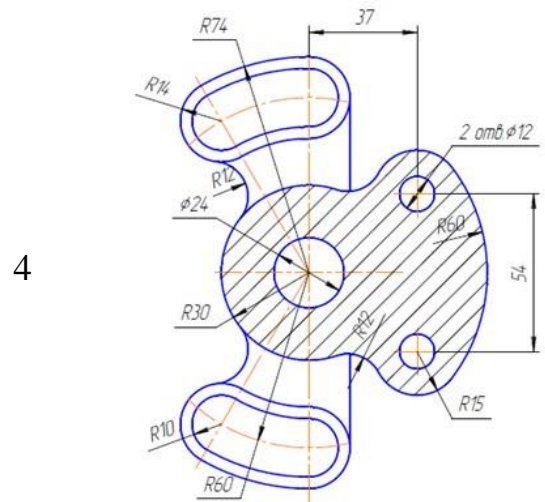
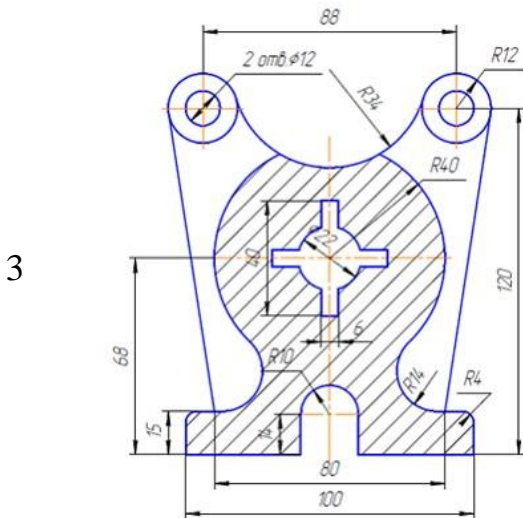
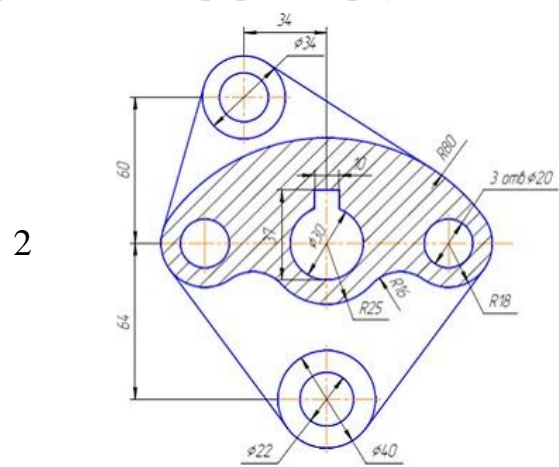
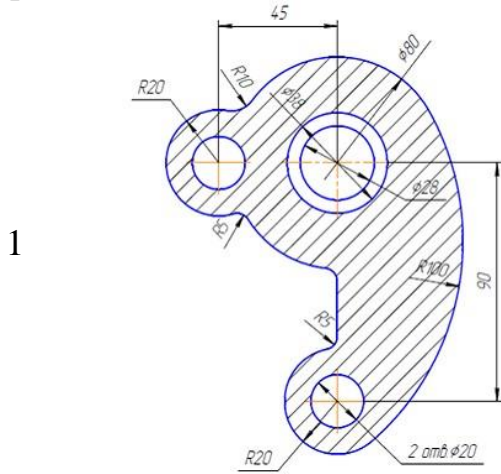
Контрольні запитання

1. Як встановити певну прив'язку?
2. Як нанести штриховку?
3. Які параметри штриховки можливо встановити?
4. Як накреслити радіальні розміри з параметром *Не від центру*?
5. Як провести сплайн-криву Без'є?
6. Як заборонити прив'язки?
7. Як заштрихувати певний фрагмент в деякій області?

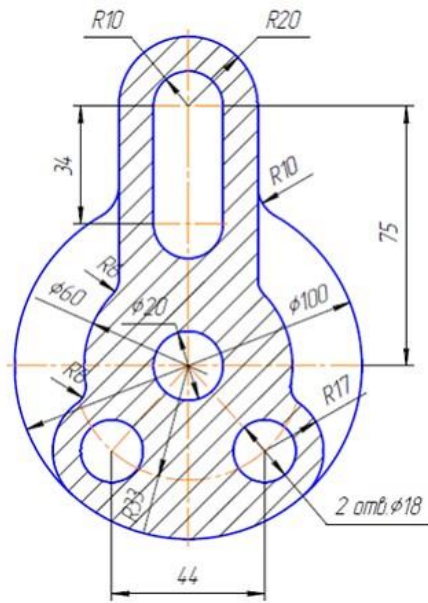
Практична робота 2

Креслення зі штриховкою

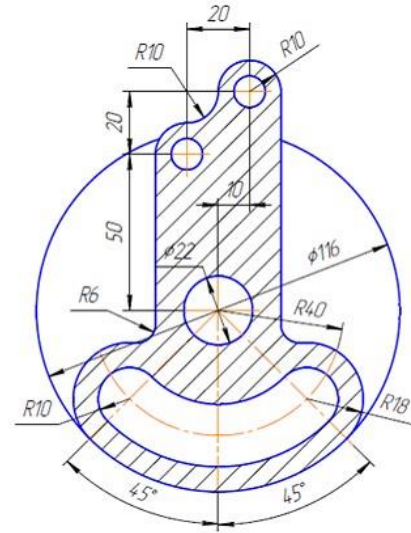
Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком, створити креслення зі штриховкою, оформити креслення на форматі аркуша А4.



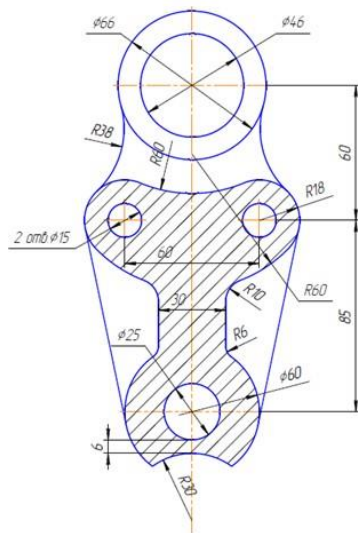
7



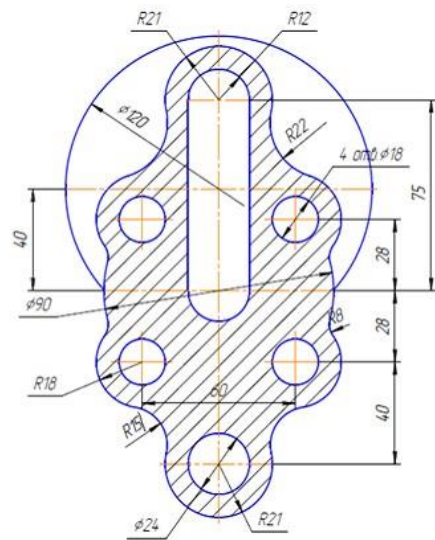
8



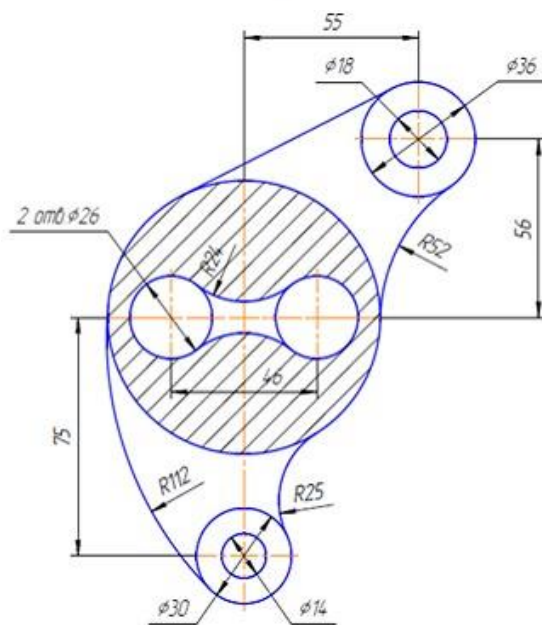
9



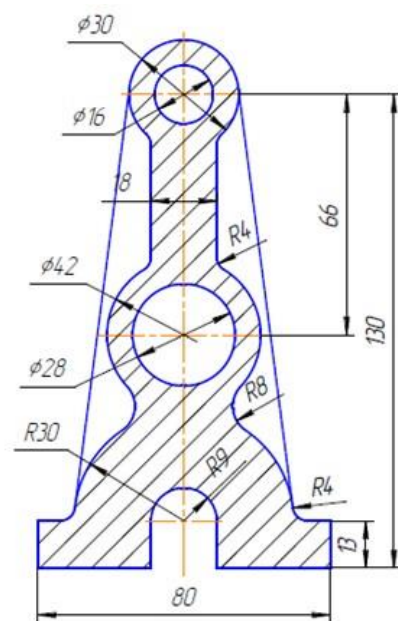
10



11



12



Лабораторна робота 5

Креслення з параметризацією

Мета: Створити параметричне креслення тіла обертання, в якому діаметр d буде залежати від діаметра D , а розмір b – від розміру B (рис. 5.1).

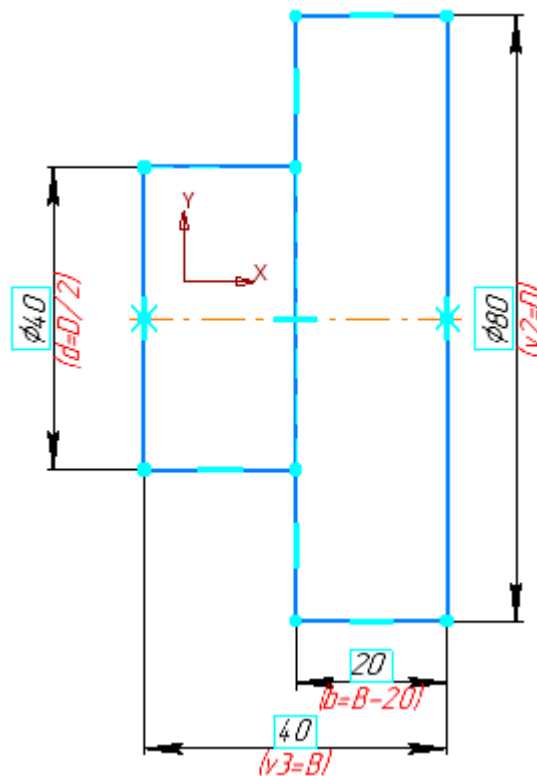


Рисунок 5.1 – Креслення деталі з параметризацією

Параметричне креслення зберігає в собі інформацію про взаємозв'язки і обмеження, що накладені на геометричні об'єкти, тобто при зміні одного параметра зміниться й інший.

Параметризацію варто застосовувати, коли при модифікації деталі змінюються тільки розміри, а зовнішній вигляд (топология) залишаються незмінними, або коли створювана деталь буде служити прототипом для створення нових деталей.

Для виконання креслення деталі, що зображена на рис. 5.1, створюємо *Головне меню-Файл-Створити-Фрагмент* (або комбінацію клавіш *Ctrl+N*).

У панелі швидкого доступу можна обрати одразу *Параметричний режим* і *Відобразити обмеження* та виконати креслення з параметризацією. Або спочатку накреслити контур деталі, виділити її та в *Інструментальній панелі* обрати *Креслення-Обмеження-Параметризувати об'єкти*. Вибираємо останній варіант для виконання креслення з параметризацією.

Отже, креслимо приблизний контур деталі, зображеної на рис. 5.2.

Виділяємо контур деталі та параметризуємо її. В меню параметризації залишаємо всі «прапорці» – рис. 5.3.

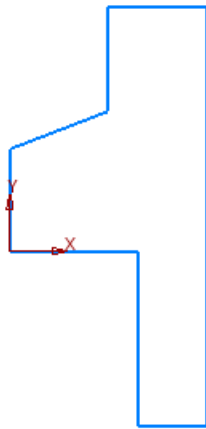


Рисунок 5.2 – Креслення приблизного контуру деталі

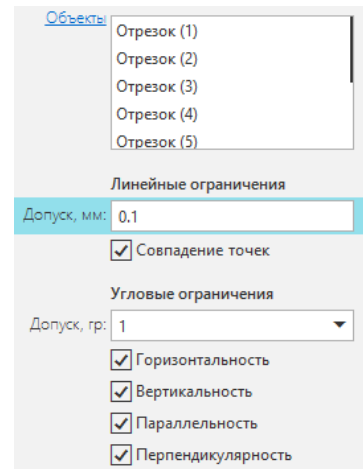


Рисунок 5.3 – Меню параметризації

При створенні тіла обертання необхідно провести осьову лінію між двома точками з прив'язкою до середини об'єкта з обох боків осевої лінії. Вирівнюємо проведену осьову лінію по горизонталі: в *Інструментальній панелі* вибираємо *Креслення-Обмеження-Вирівнювання*, задаємо горизонтальний напрям для вирівнювання та підтверджуємо дію.

Але, незважаючи на попередню прив'язку осевої лінії до середини, при переміщенні сторін деталі дана прив'язка не зберігається. Робимо деталь симетричною, для цього в *Інструментальній панелі* вибираємо *Креслення-Обмеження-Точка на середині кривої*, задаємо на кожній прямій лінії та на осевій лінії точку.

Вирівнюємо точки на деталі по вертикалі та відрізок по горизонталі, як показано на рис. 5.4.

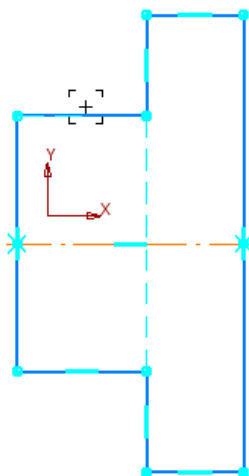


Рисунок 5.4 – Попереднє креслення деталі для параметричного креслення

Проставляємо розміри, обов'язково активуємо параметричний режим. В Інструментальній панелі вибираємо *Креслення-Розміри-Авторозмір*. У меню розмірів (рис. 5.5, а) задаємо змінну d та залишаємо неактивним параметр *Інформаційний розмір*. У наступному авторозмірі задаємо висоту деталі з ім'ям D (рис. 5.5, б). Ширину деталі задаємо з ім'ям B , останній розмір задаємо зі змінною b .



Рисунок 5.5 – Меню задання параметрів авторозмірів d (а) та D (б)

Ширину деталі задаємо з ім'ям B , останній розмір задаємо зі змінною b – рис. 5.6. Зберігаємо фрагмент на диск.

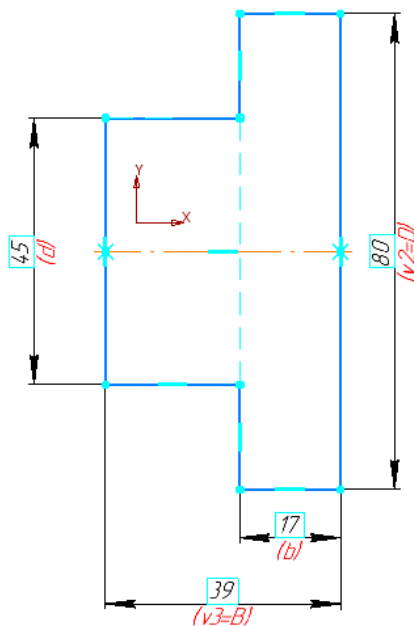


Рисунок 5.6 – Креслення деталі з розмірами

Як видно з рис. 5.6, червоним кольором виділені змінні розміри, а розміри в рамці – фіксовані.

Задаємо залежності розмірів один від одного. Малий діаметр буде залежати від більшого діаметра, менша ширина – від більшої ширини. Для цього в меню *Настройки-Панелі-Змінні* отримуємо меню змінних. Змінні D та B розміщені у змінних головного розділу та будуть впливати на всі інші розміри. Задаємо $D = 80$ мм, $B = 40$ мм. Для інших змінних задаємо залежності, як показано на рис. 5.7.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Фрагмент				
	D	80	80	
	B	40	40	
▼ БЕЗ ИМЕНИ (1:1)				
	b	B-20	20	Линейный...
	d	D/2	40	Линейный...
	v2	D	80	Линейный...
	v3	B	40	Линейный...

Рисунок 5.7 – Меню змінних

Проведемо вертикальну лінію (тип – *основна*) та редагуємо розміри – додаємо позначення діаметра – рис. 5.1. Зберігаємо креслення.

Контрольні запитання

1. Як створити фрагмент?
2. Як активувати параметричний режим?
3. Як активувати режим відображення обмежень?
4. Як параметризувати об'єкт?
5. Як вибрати обмеження вирівнювання?
6. Як вибрати обмеження точки на середині кривої?
7. Як наносити авторозміри?
8. На що впливає задання інформаційного розміру у властивостях?
9. Як зробити розмір інформаційним?
10. Як задати залежності розмірів один від одного?

Лабораторна робота 6

Основи побудови 3D-моделі

Мета: Накреслити 3D-деталь за кресленням, що зображено на рис. 6.1.

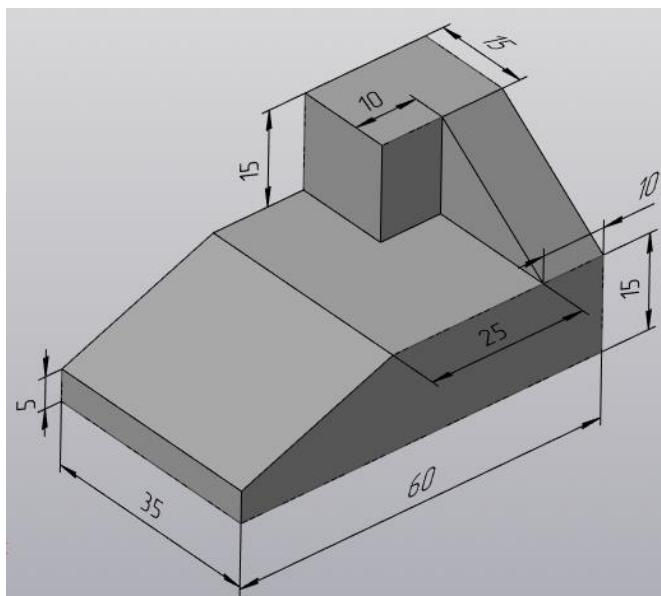



Рисунок 6.1 – Креслення 3D-деталі

Креслимо 3D-деталь, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V17 та створюємо нову деталь: *Головне меню-Файл-Створити* (або комбінація клавіш *Ctrl+N*)-*Деталь*. Обираємо орієнтацію – *ізометрія*, для цього вибрати: *Вид-Орієнтація-Ізометрія/Ізометрія*.

У дереві моделі обираємо горизонтальну площину *XY*. В панелі швидкого доступу вибираємо *Створити ескіз*. В основі нашої деталі є *Прямокутник* з параметрами *Висота* 25 мм, *Ширина* 50 мм з вершиною в початку координат (стиль лінії – *основна*). Підтверджуємо побудову ескізу натиснувши лівою кнопкою «миші» на іконку .

«Видавлюємо» щойно накреслений ескіз на висоту 30 мм. Для цього в *Інструментальній панелі Твердотільне моделювання-Елемент тіла-Елемент видавлювання*. В меню *Елемент видавлювання* задаємо відстань 30 мм та підтверджуємо дію (рис. 6.2).

3D-деталь можна переміщувати, натиснувши на колесо та пересуваючи мишку.

Зберігаємо деталь та закриваємо її. Розширення створеного файлу буде **.m3d*.

Створюємо нову деталь. У дереві моделі обираємо горизонтальну площину *XY*. В основі нашої деталі є прямокутник з параметрами *Висота* 30 мм, *Ширина* 60 мм з вершиною в початку координат. Висота витягування деталі 35 мм. Отримуємо паралелепіпед.

В отриманій щойно деталі робимо зверху два вирізи в формі паралелепіпеда, розмірами: висота – 15 мм, довжина – 20 мм, ширина – 30 мм кожен. Для цього вибираємо верх паралелепіпеда – це буде площина для створення ескізу, креслимо два прямокутники з висотою 30 мм та шириною 20 мм, як показано на рис. 6.3.

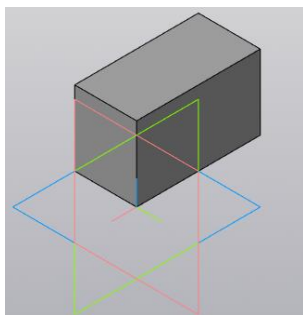


Рисунок 6.2 – 3D-деталь

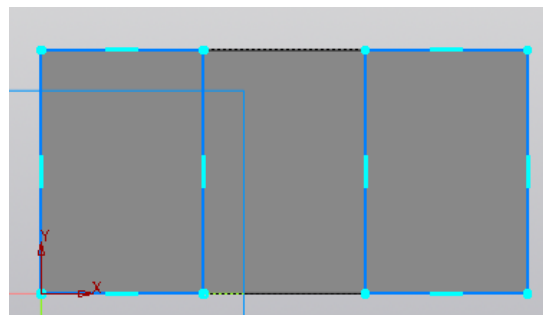


Рисунок 6.3 – Ескіз на верхній площині паралелепіпеда

«Вирізаємо» щойно накреслений ескіз на висоту 15 мм. Для цього в *Інструментальній панелі Твердотільне моделювання-Елемент тіла-Вирізати видавлювання*. В меню *Елемент видавлювання* задаємо відстань 15 мм та підтверджуємо дію (рис. 6.4).

Зберігаємо деталь та закриваємо її.

Створюємо нову деталь. У дереві моделі обираємо горизонтальну площину *XY*. В основі нашої деталі є *Прямокутник по центру та*

вершині з параметрами *Висота* 55 мм, *Ширина* 60 мм з вершиною в початку координат (стиль лінії – *основна*). Підтверджуємо побудову ескізу. Висота деталі 55 мм. Отримуємо паралелепіпед, як показано на рис. 6.5.

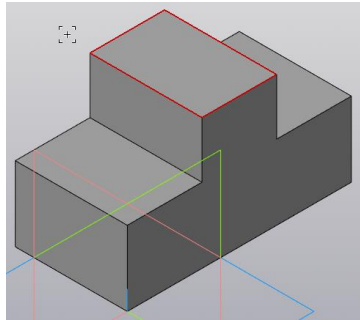


Рисунок 6.4 – 3D-деталь

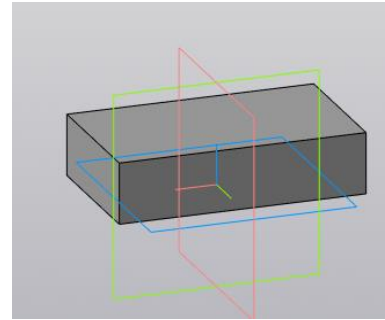


Рисунок 6.5 – 3D-деталь

Робимо виріз частини паралелепіпеда. Для цього вибираємо бокову поверхню паралелепіпеда для ескізу та креслимо прямокутний трикутник – горизонтальний катет довжиною 20 мм, вертикальний катет довжиною 10 мм. Підтверджуємо побудову ескізу. Вибираємо *Вирізати видавлювання*, в меню *Елемент видавлювання* задаємо *Спосіб* *Через все* – рис. 6.6.

Вибираємо верхню грань для ескізу та креслимо ескіз з розмірами – рис. 6.7. Креслення ескізу повинно бути замкненим. Підтверджуємо побудову ескізу. Висота видавлювання 15 мм.

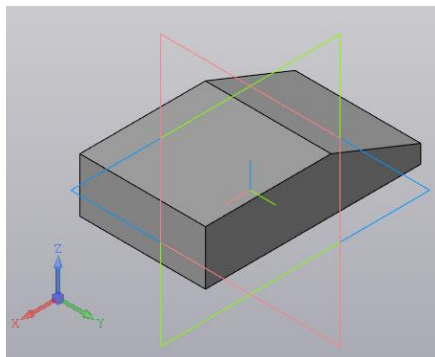


Рисунок 6.6 – 3D-деталь

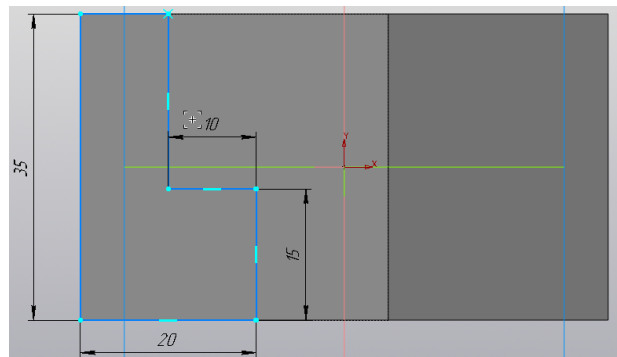


Рисунок 6.7 – Розміри креслення ескізу

На внутрішньому боці щойно побудованого фрагменту будуємо скіс у вигляді прямокутного трикутника, далі вирізаємо видавлюванням через все та отримуємо деталь, як показано на рис. 6.1.

Зберігаємо деталь.

Контрольні запитання

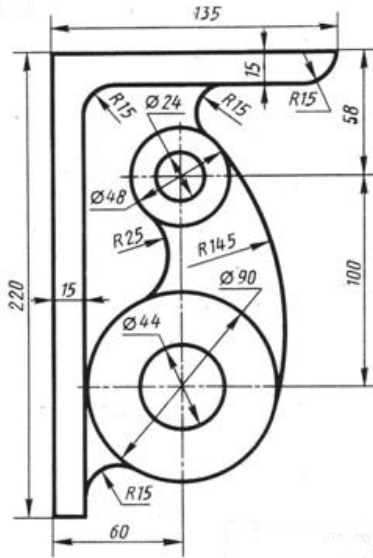
1. Як створити креслення деталі?
2. Як створити ескіз?
3. Як видавити ескіз на певну відстань?
4. Яке розширення файлу деталі?
5. Як вирізати ескізом частину деталі?

Практична робота 3

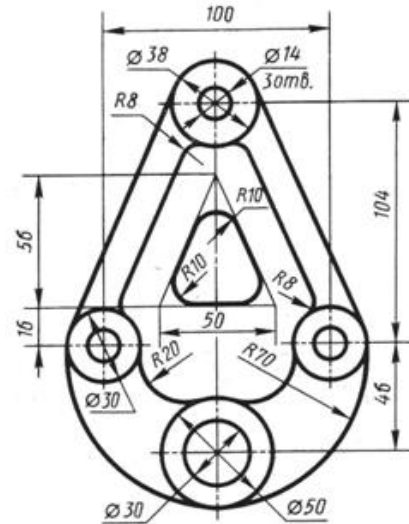
Побудова креслення з використанням сполучних ліній

Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком, накреслити деталь та оформити креслення на форматі аркуша А4.

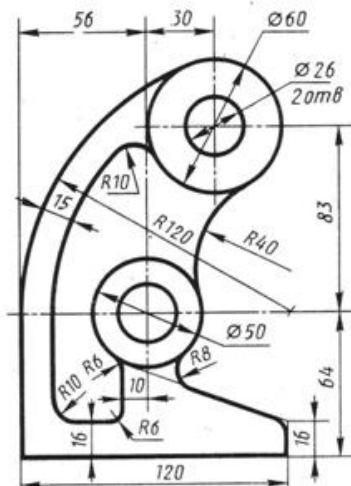
1



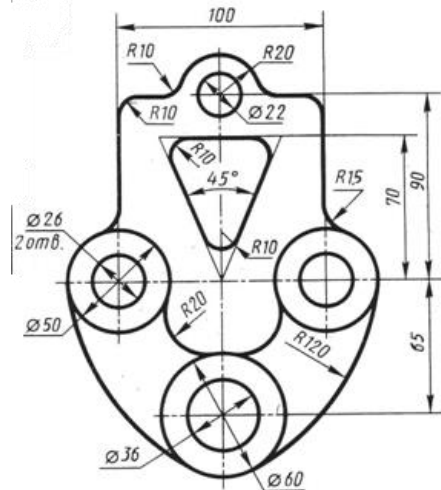
2



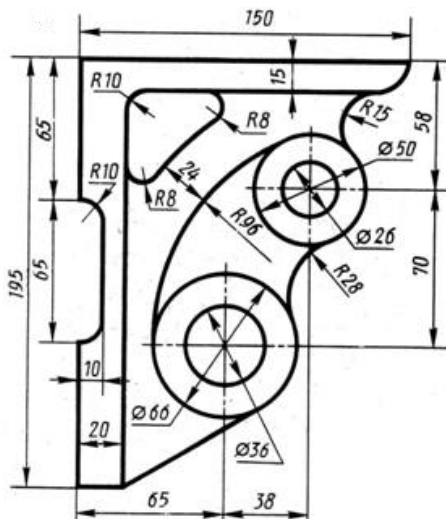
3



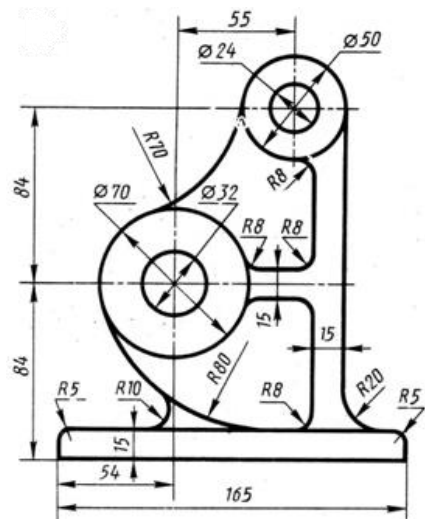
4



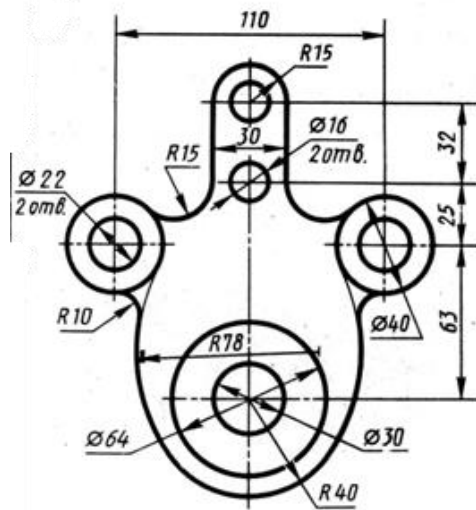
5



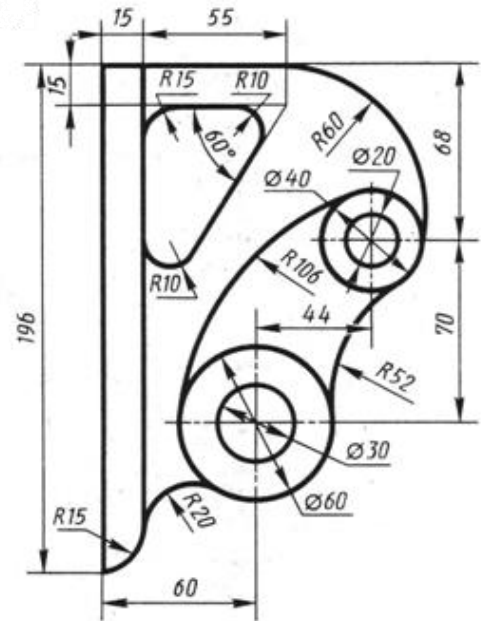
6



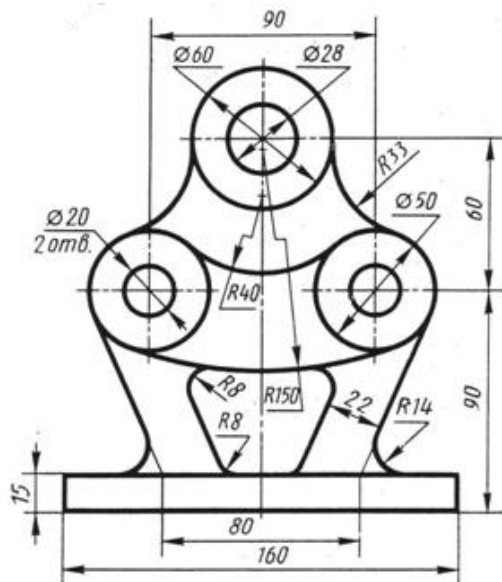
7



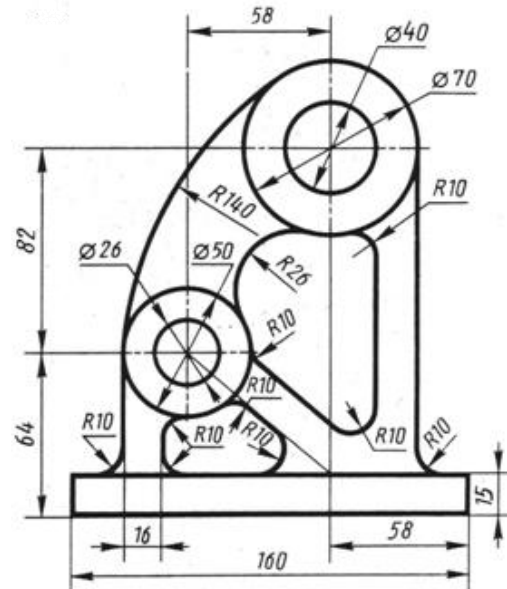
8



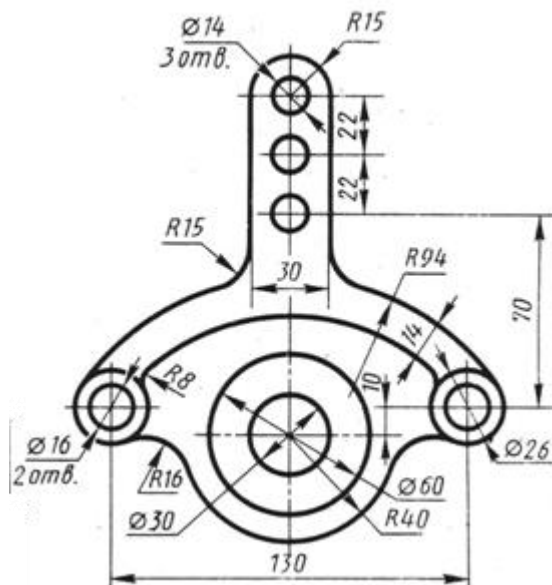
9



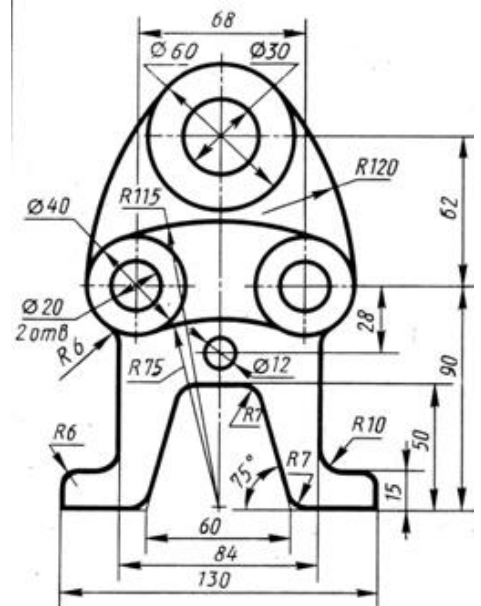
10



11



12



Лабораторна робота 7

Побудова 3D-моделі

Мета: Накреслити 3D-деталь за кресленням, що зображено на рис. 7.1.

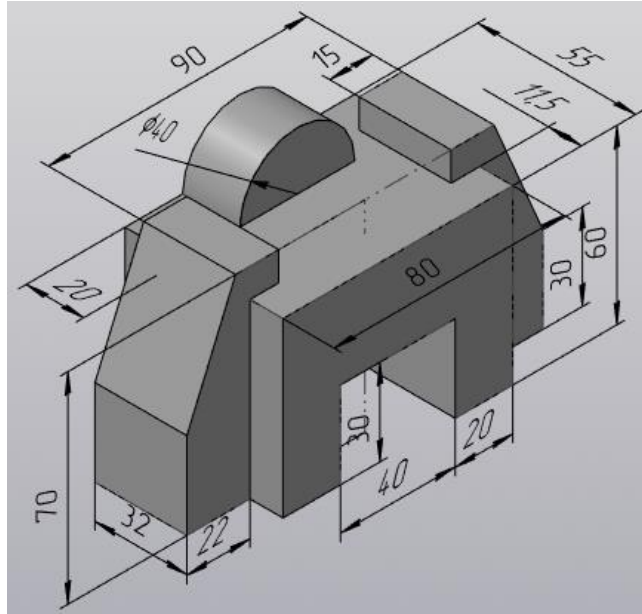



Рисунок 7.1 – Креслення 3D-деталі

Креслимо 3D-деталь, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V17 та створюємо нову деталь, орієнтація – *ізометрія*.

У дереві моделі обираємо горизонтальну площину XU та створюємо ескіз. Креслимо  Прямокутник по центру та вершині з параметрами Висота 55 мм, Ширина 80 мм з вершиною в початку координат (стиль лінії – *основна*). Далі, за допомогою допоміжних побудов, креслимо два прямокутника зі сторонами 10 та 32 мм та видаляємо зайві лінії – рис. 7.2, *а*. Підтверджуємо побудову ескизу. Висота видавлювання деталі 60 мм. Отримуємо деталь – рис. 7.2, *б*.

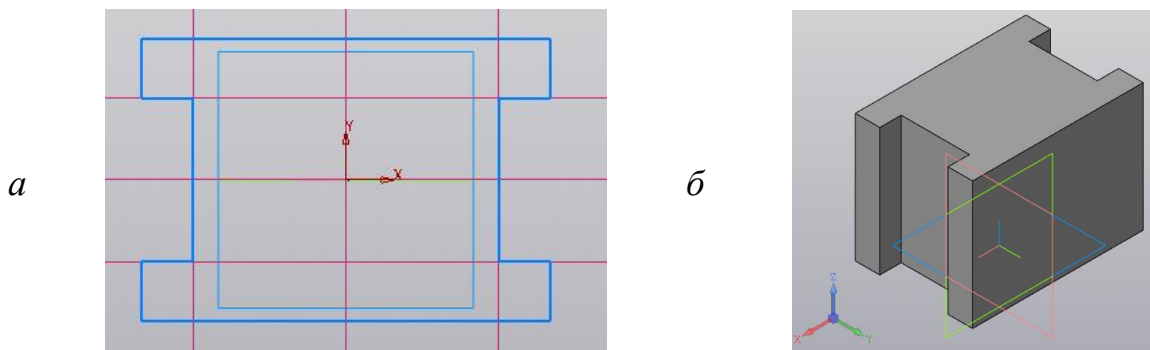


Рисунок 7.2 – Побудова ескизу (*а*) та 3D-деталі (*б*)

У дереві моделі знову обираємо горизонтальну площину XU та створюємо ескіз. В основі ескизу буде два квадрати зі стороною 32 мм –

рис. 7.3, *а*. Слідкуємо, щоб контури ескізу були замкнені. Підтверджуємо побудову ескізу. Висота видавлювання деталі 70 мм. Отримуємо деталь, як показано на рис. 7.3, *б*.

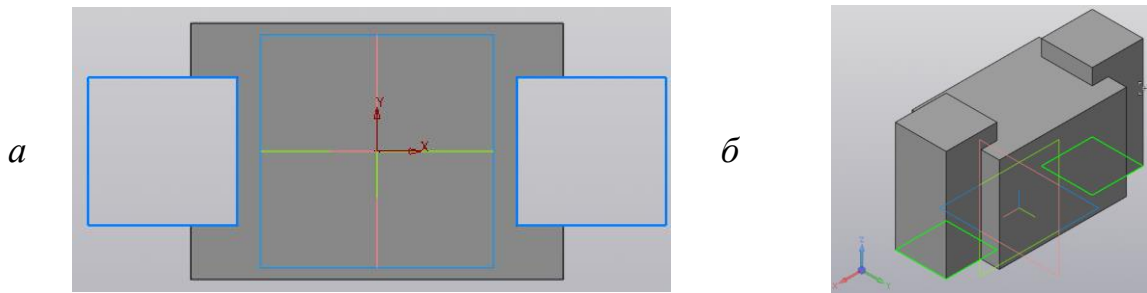


Рисунок 7.3 – Побудова ескізу (*а*) та 3D-деталі (*б*)

Робимо скоси на щойно побудованих маленьких паралелепіпедах. Для цього виділяємо грань маленького паралелепіпеда та створюємо на ній ескіз. Робимо необхідні допоміжні побудови – рис. 7.4, *а*, необхідні розміри беремо з рис. 7.1. Підтверджуємо побудову ескізу. За допомогою вирізу видавлюванням отримуємо деталь, як показано на рис. 7.4, *б*.

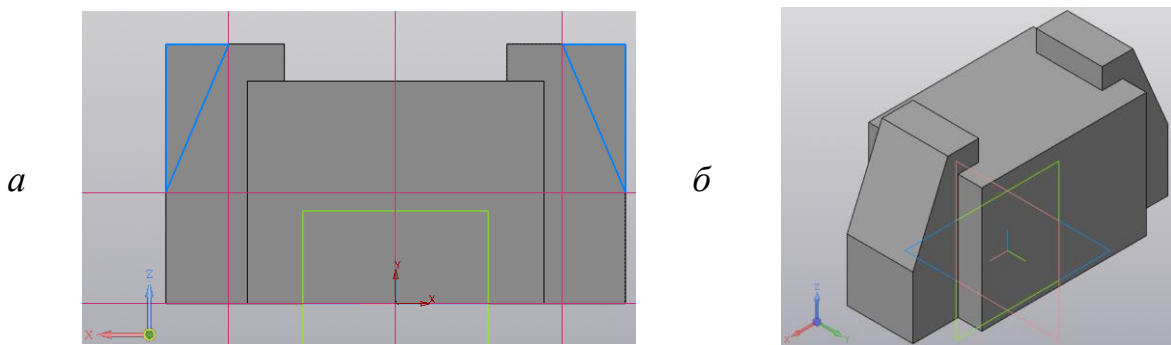


Рисунок 7.4 – Побудова ескізу (*а*) та 3D-деталі (*б*)

Робимо отвір у великому паралелепіпеді. Для цього виділяємо грань великого паралелепіпеда та створюємо на ній ескіз. Робимо необхідні допоміжні побудови – рис. 7.5, *а*, необхідні розміри беремо з рис. 7.1. Підтверджуємо побудову ескізу. За допомогою вирізу видавлюванням отримуємо деталь, як показано на рис. 7.5, *б*.

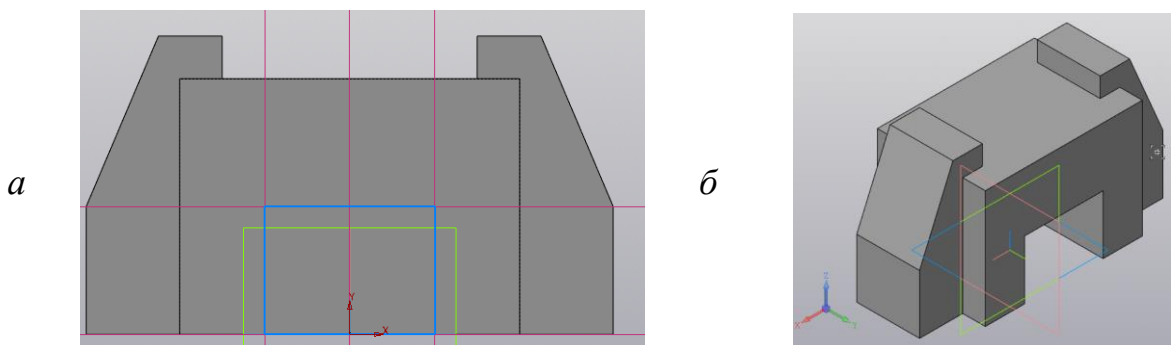


Рисунок 7.5 – Побудова ескізу (*а*) та 3D-деталі (*б*)

Виділяємо задню грань великого паралелепіпеда та створюємо на ній ескіз. Робимо необхідні допоміжні побудови, видаляємо зайві лінії – рис. 7.6, *а*, необхідні розміри беремо з рис. 7.1. Підтверджуємо побудову ескизу. За допомогою видавлювання на 20 мм отримуємо деталь, як показано на рис. 7.6, *б*.

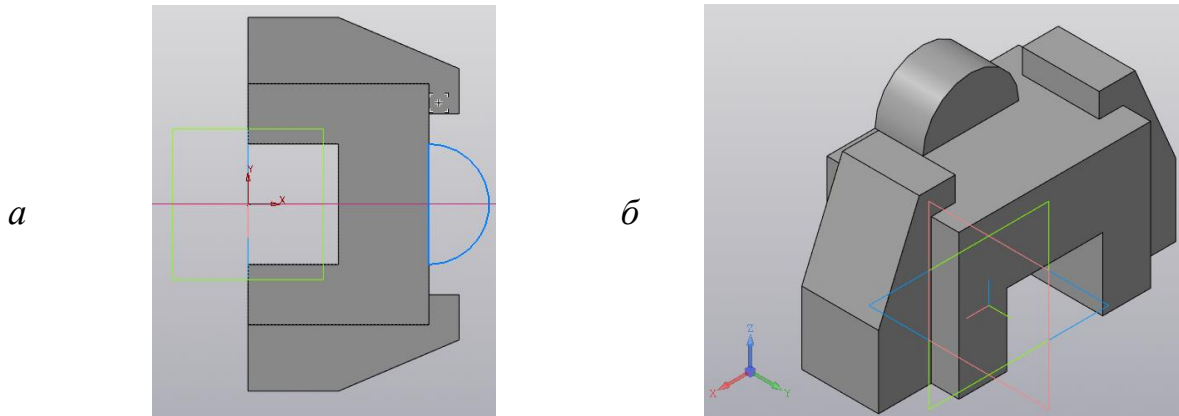


Рисунок 7.6 – Побудова ескизу (*а*) та 3D-деталі (*б*)

Зберігаємо деталь.

Контрольні запитання

1. Як видалити частину деталі?
2. Контур деталі ескизу повинен бути замкненим чи ні?
3. Чи можна використовувати при побудові ескизу допоміжні прямі?

Лабораторна робота 8

Створення 3D-моделі вала

Мета: Створення 3D-моделі вала, що зображена на рис. 8.1, шляхом використання методу «обертання».

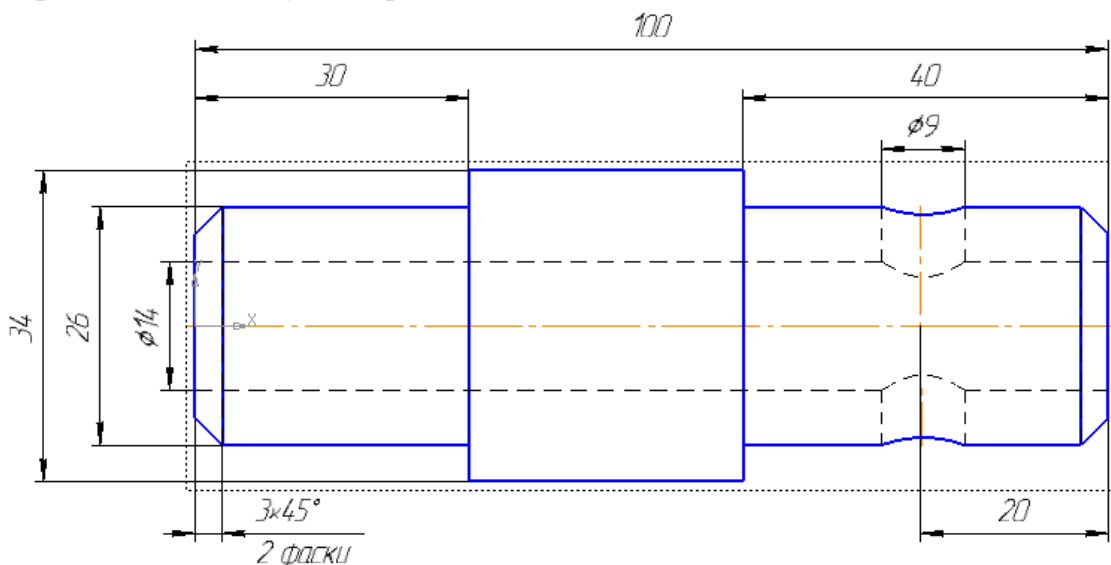




Рисунок 8.1 – Креслення 3D-моделі вала

Створюємо креслення з 3D-деталі, що зображена на рис. 8.1, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо  *Створити* на *Стандартній панелі*- *Деталь* *Деталь*.

Створюємо ескіз на площині *XY*. Для цього задаємо «мишкою» в дереві побудови *Площина XY* (рис. 8.2).

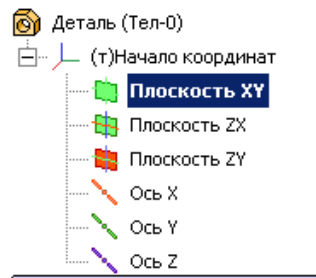






Рисунок 8.2 – Вибір площини *XY* для побудови ескізу

Із панелі *Вид* необхідно включити кнопку  *Орієнтація* та обрати  *Ізометрія XYZ*. Задаємо команду  *Ескіз* в панелі *Поточного стану*.

Використовуючи команди *Інструментальної панелі*  *Геометрія*, креслимо профіль контуру – рис. 8.3 (слідкуємо, щоб в результаті ескіз був визначений).

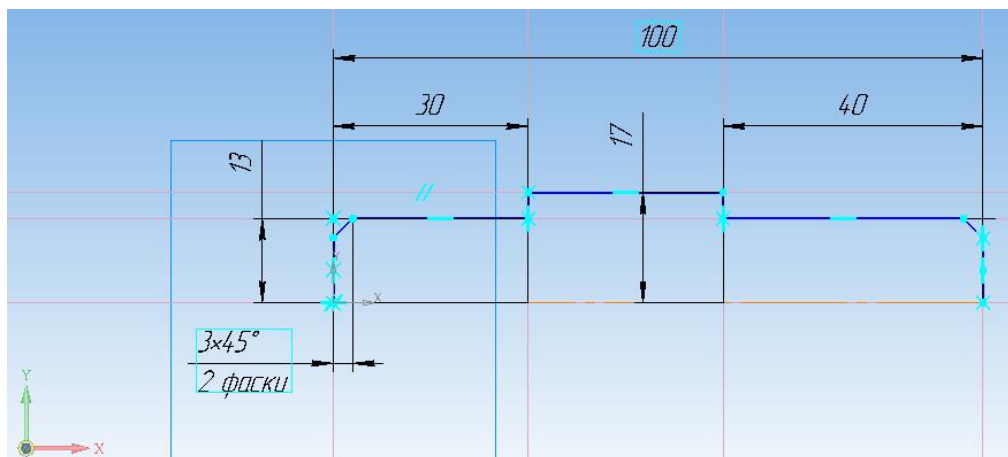








Рисунок 8.3 – Профіль контуру деталі вал

Виходимо з режиму побудови ескізу, натискаємо кнопку .

Слідкуючи, щоб в дереві побудови був обраний щойно побудований ескіз, обираємо операцію  *Обертання*. В ряду параметрів встановлюємо тип  *Сфероїд*. На вкладці  *Тонкая стенка* *Тонка стінка* встановлюємо  *Ні*. Створюємо об'єкт, як показано на рис. 8.4.

Будуємо наскрізний отвір через центр вала діаметром 14 мм. Для цього обираємо площину *ZY* та на ній будуємо ескіз окружності діаметром 14 мм. Потім видавлюємо його  *Через все* *Через все*, як показано на рис. 8.5.

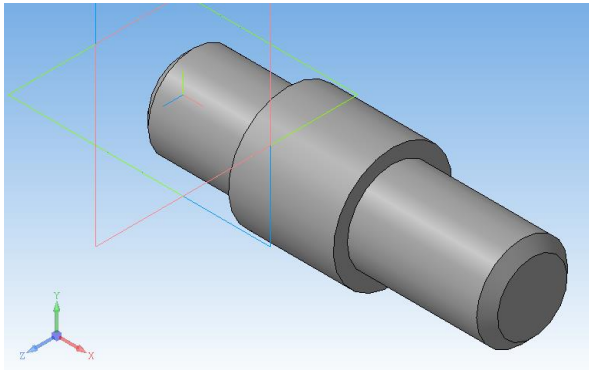


Рисунок 8.4 – Деталь вал без вирізів

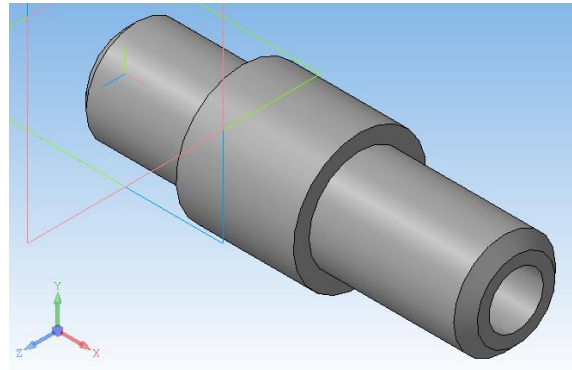


Рисунок 8.4 – Деталь вал з наскрізним вирізом діаметром 14 мм

Будуємо отвір на валу діаметром 9 мм.

Спочатку обираємо XY та будуємо отвір з такими параметрами, як показано на рис. 8.5 (завжди слідкуємо, щоб в результаті ескіз був визначений).

Видавлюємо отриманий отвір *Через все у Два напрями*. Підтверджуємо дію. Отримуємо деталь, як показано на рис. 8.6.

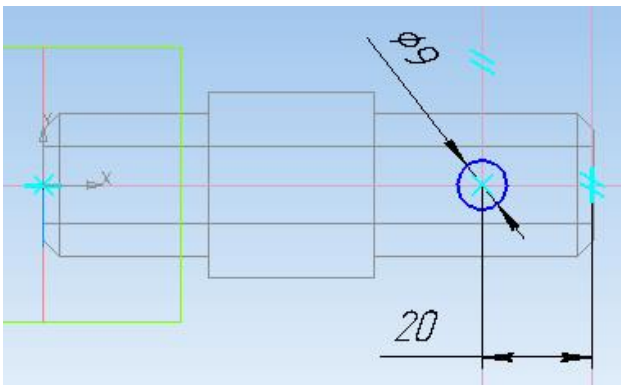


Рисунок 8.5 – Побудова отвору в деталі вал

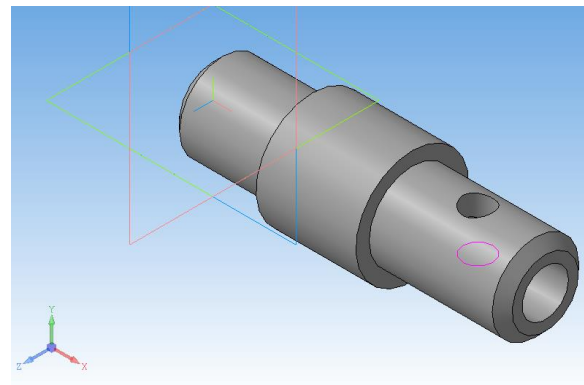


Рисунок 8.6 – Деталь вал

Зберігаємо деталь.

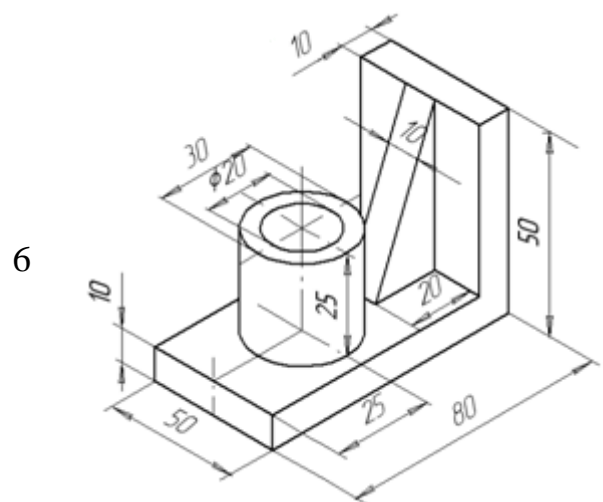
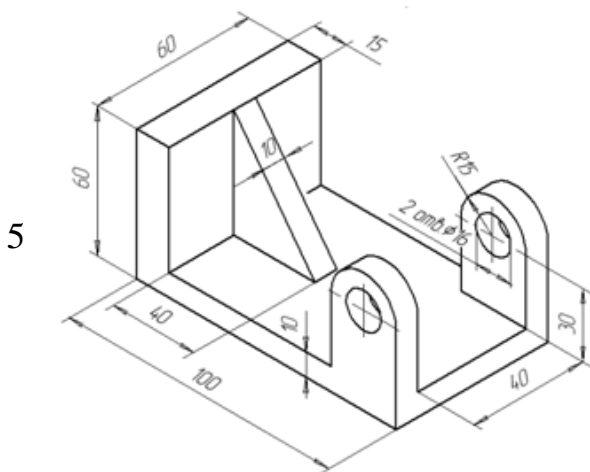
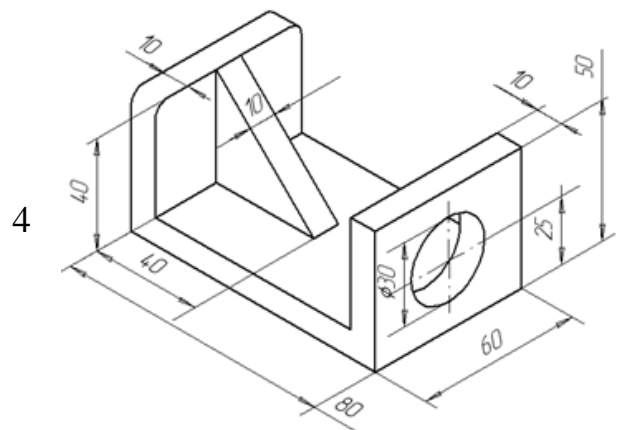
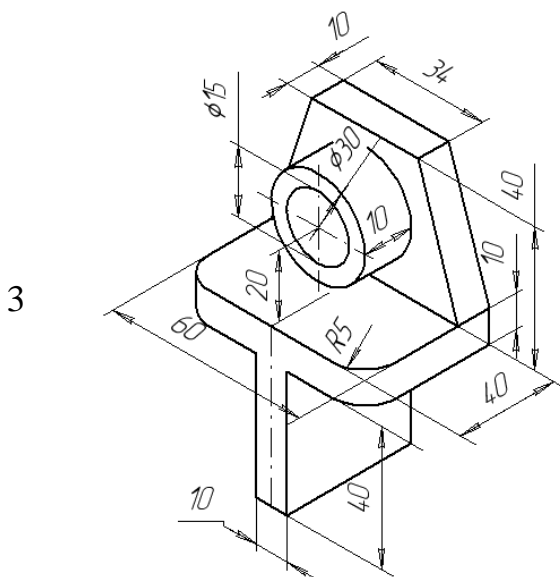
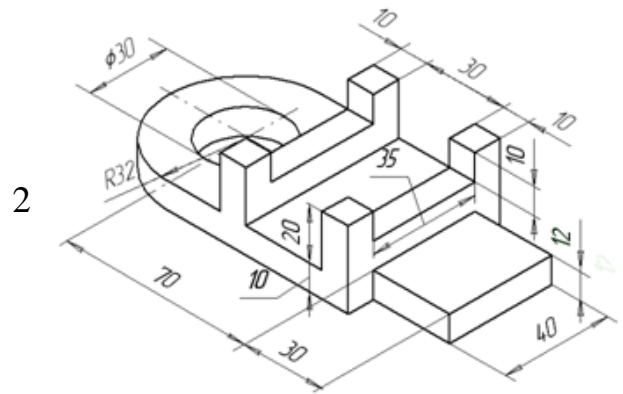
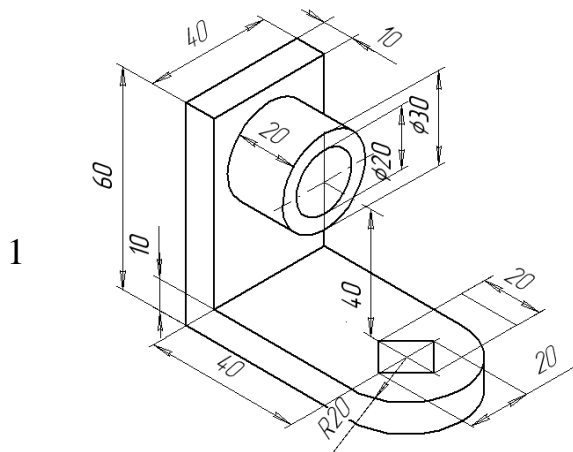
Контрольні запитання

1. Як обрати орієнтацію креслення?
2. Як побудувати деталь способом обертання?
3. Які параметри використовуються при побудові деталі обертанням?
4. Які параметри використовуються при видавлюванні?

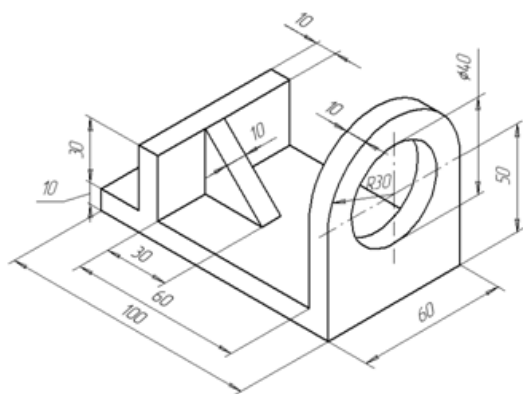
Практична робота 4

3D-деталь

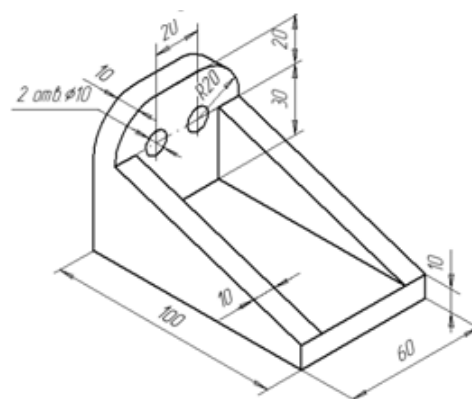
Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком, створити 3D-деталь.



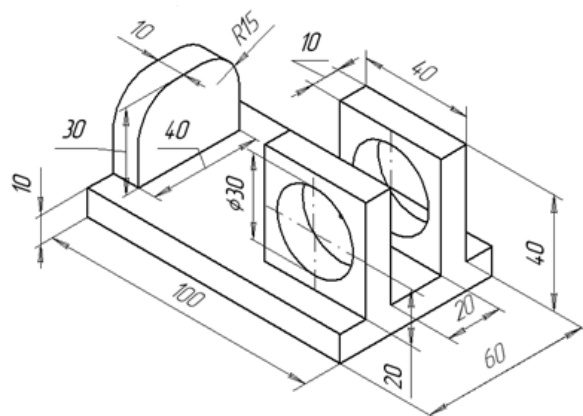
7



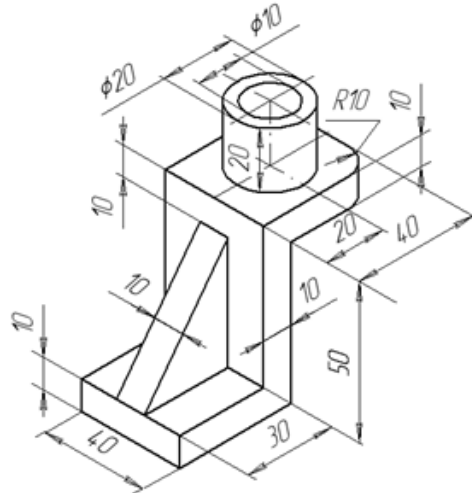
8



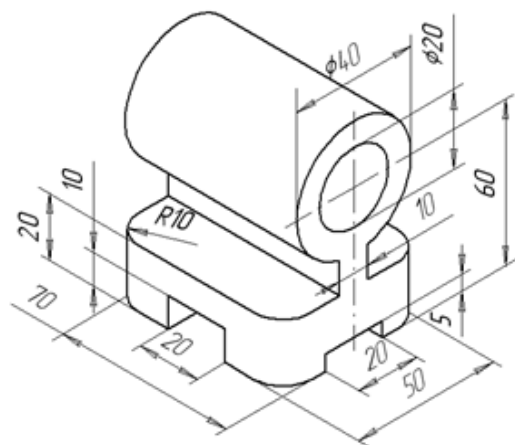
9



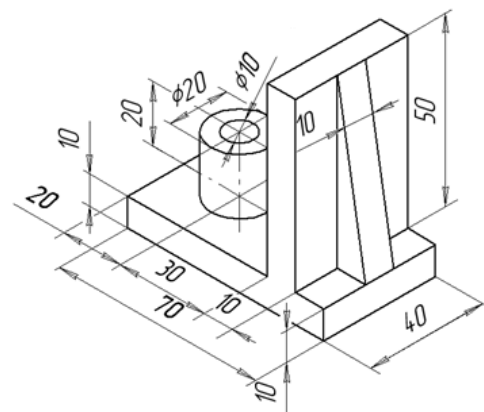
10



11



12



Лабораторна робота 9

Основи побудови 3D-моделі за перерізами

Мета: Накреслити 3D-деталь, що зображена на рис. 8.1 за перерізами.

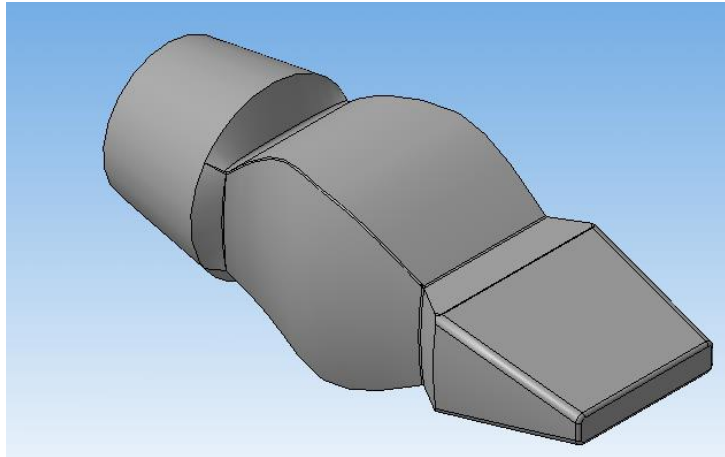






Рисунок 9.1 – Креслення 3D-деталі

Креслимо 3D-деталь, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо  *Створити* на *Стандартній панелі* -  *Деталь* *Деталь*.

Створюємо деталь, обираємо ізометрію XYZ та площину ZY. Далі обираємо  *Допоміжна геометрія* -  *Зміщена площина*. Далі виконуємо такі дії:

- першу площину будуємо на відстані 15 мм, у прямому напрямку;
- другу площину – 15 мм від площини ZY, у зворотньому напрямку;
- третю площину – 5 мм від площини 2, у зворотньому напрямку;
- четверту площину – 20 мм від площини 3, у зворотньому напрямку;
- п'яту площину – 5 мм від площини 1, у прямому напрямку;
- шосту площину – 16 мм від площини 5, у прямому напрямку.
- сьому площину – 2,5 мм від площини 1, у прямому напрямку.

У підсумку отримуємо 8 площин – рис. 9.2.

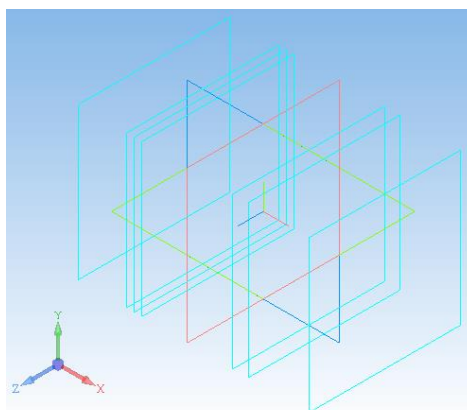


Рисунок 9.2 – Побудова площин

Тепер створюємо в кожній з цих площин за ескізом наступне: площина ZY (рис. 9.3), площина 1 (рис. 9.4), площина 2 (рис. 9.5), площина

5 (рис. 9.6), площина 6 (рис. 9.7), площина 3 (рис. 9.8), площина 4 (рис. 9.9) та площина 7 – копіюємо ескіз з площини 2.

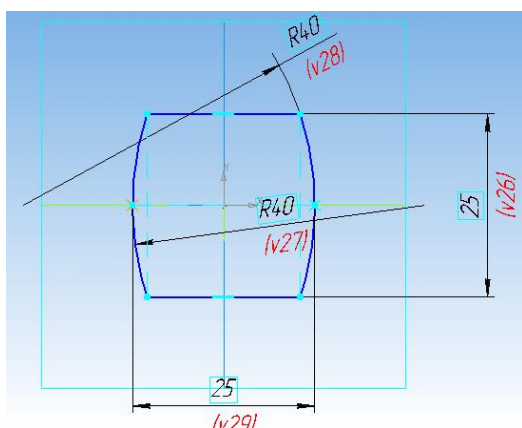


Рисунок 9.3 – Побудова ескізу на площині ZY

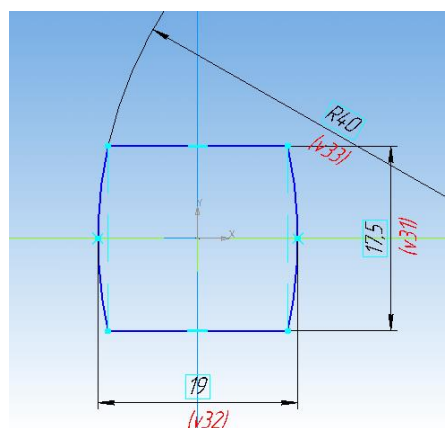


Рисунок 9.4 – Побудова ескізу на площині 1

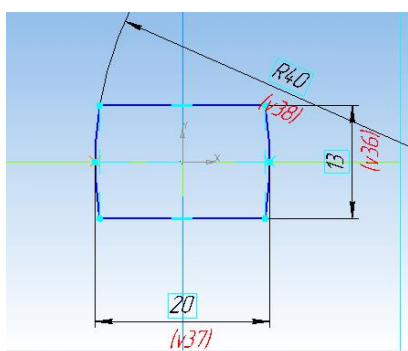


Рисунок 9.5 – Побудова ескізу на площині 2

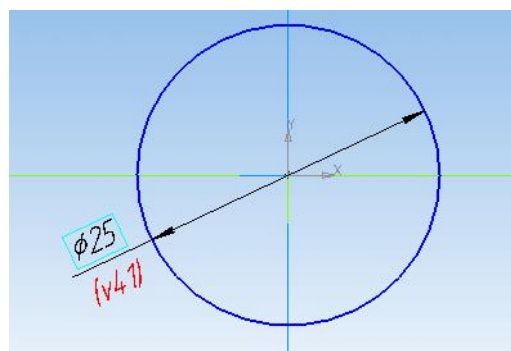


Рисунок 9.6 – Побудова ескізу на площині 5

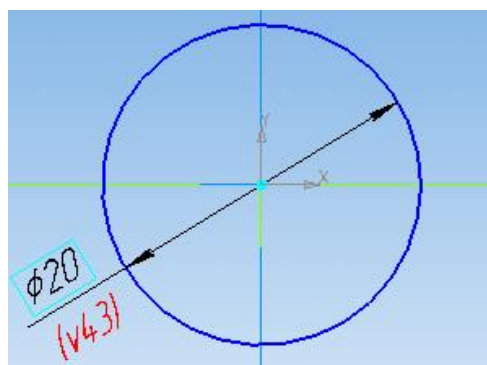


Рисунок 9.7 – Побудова ескізу на площині 6

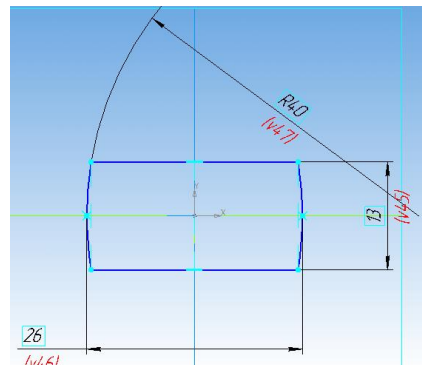


Рисунок 9.8 – Побудова ескізу на площині 3

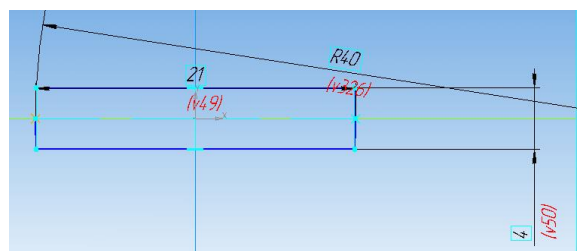


Рисунок 9.9 – Побудова ескізу на площині 4

У результаті отримуємо 8 ескізів з вісьмома різними площинами, як показано на рис. 9.10.

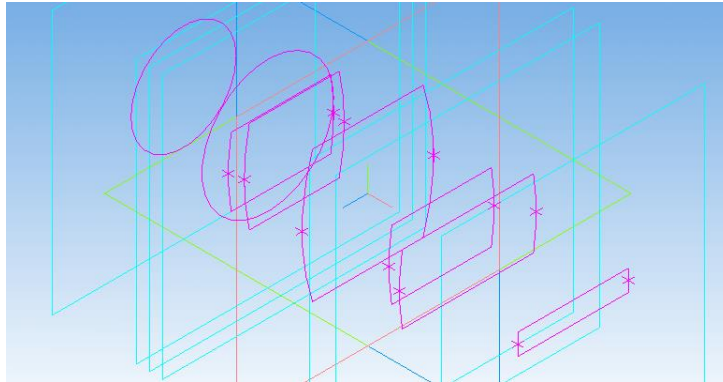


Рисунок 9.10 – Креслення 8 ескізів з вісьмома різними площинами

Тепер викликаємо команду **Операція за перерізами** на Панелі редагування деталі.

У дереві моделі послідовно вказуємо ескізи 8, 2, 1 та 3. Завершуємо команду та отримуємо середню частину молотка, як показано на рис. 9.11.

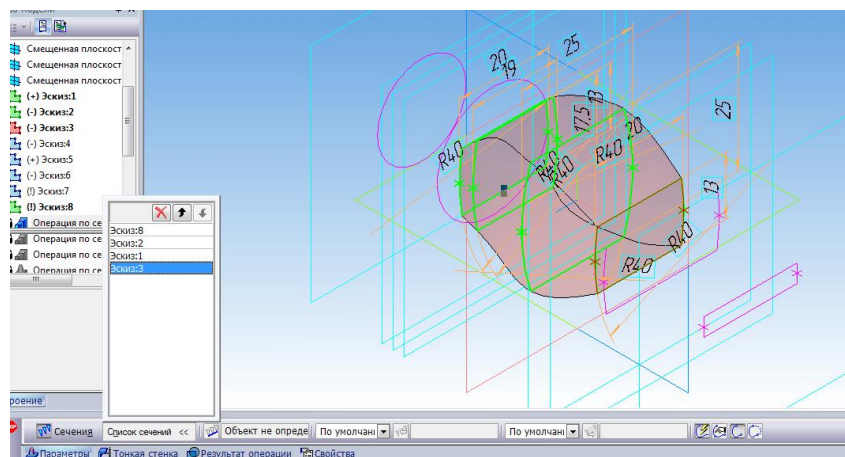


Рисунок 9.11 – Модель середньої частини молотка

Викликаємо команду **Операція за перерізами** знову, вказуємо ескізи 4 та 5. Тиснемо **Стоп**. Отримуємо передню частину молотка – рис. 9.12.

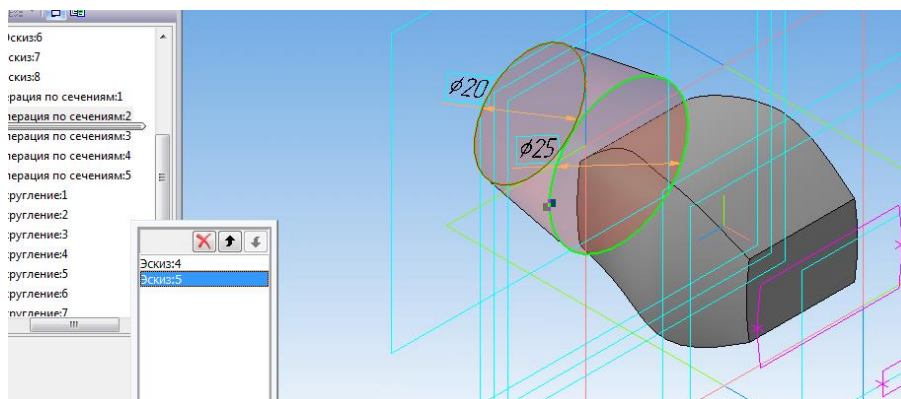



Рисунок 9.12 – Модель передньої частини молотка

Знову викликаємо команду  *Операція за перерізами*, вказуємо ескізи 6, 7. Отримуємо задньої частину молотка, як показано на рис. 9.13.

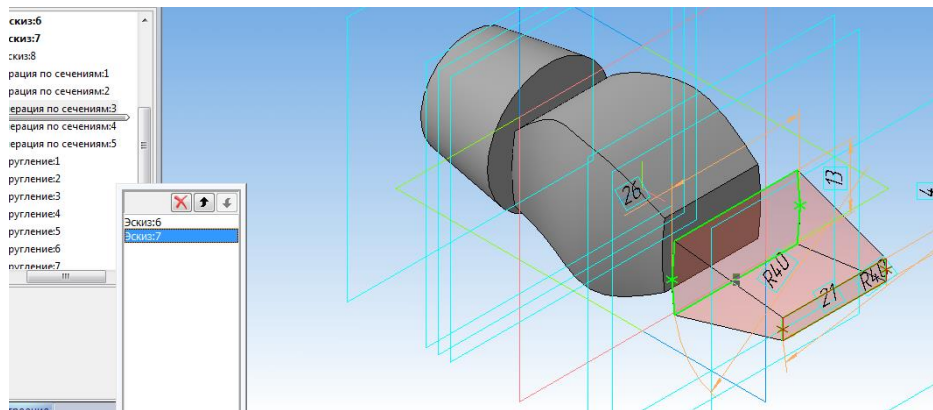



Рисунок 9.13 – Модель задньої частини молотка

Викликаємо команду  *Операція за перерізами* знову, вказуємо ескізи 4 та 8. Тиснемо *Стоп*. Отримуємо модель молотка, як показано на рис. 9.14.

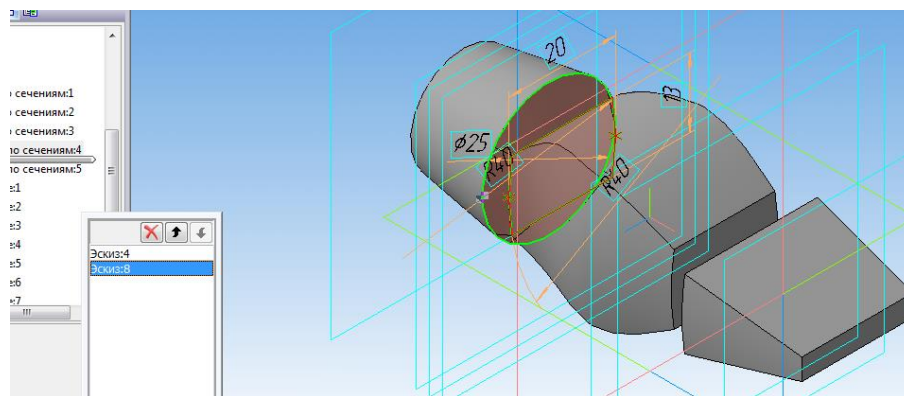




Рисунок 9.14 – Модель молотка

Знову викликаємо команду  *Операція за перерізами*, вказуємо ескізи 6, 3. Завершуємо команду. Робимо  *Закруглення ребер*. Отримуємо модель молотка, як показано на рис. 9.1.

Зберігаємо деталь.

Контрольні запитання

1. Як побудувати допоміжну геометрію?
2. Як побудувати зміщені площини?
3. Як обрати напрямок зміщених площин?
4. Які параметри можливо задати при побудові зміщених площин?
5. Як побудувати деталь за перерізами?
6. Які параметри можливо задати при використанні операції за перерізами?

Лабораторна робота 10

Створення 3D-моделі листової деталі

Мета: Створення 3D-моделі листової деталі, що зображена на рис. 10.1.

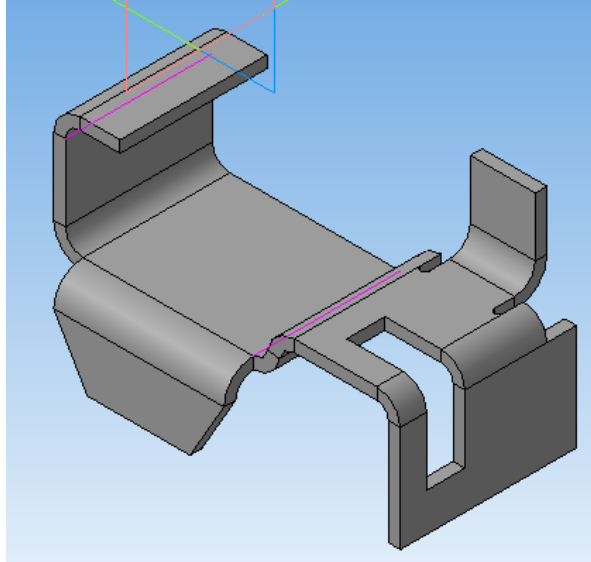




Рисунок 10.1 – Креслення 3D-моделі листової деталі

Створюємо креслення з 3D-деталі, що зображена на рис. 10.1, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо  *Створити* на *Стандартній панелі* -  *Деталь Деталь*.

У площині XY ізометрії XYZ створюємо ескіз, проставляємо розміри (рис. 10.2), виходимо з ескизу.

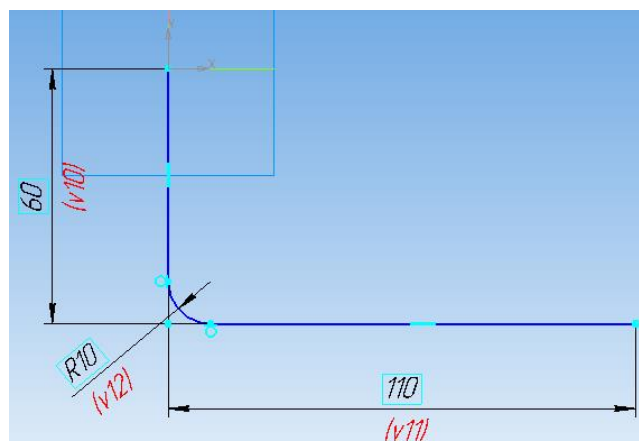




Рисунок 10.2 – Ескіз деталі

На *Компактній панелі* обираємо  *Елементи листового тіла*, далі – обираємо команду  *Листове тіло* з параметрами – *пряме направлення*, відстань 50 мм, товщина назовні 4 мм (рис 10.3), створюємо об'єкт.

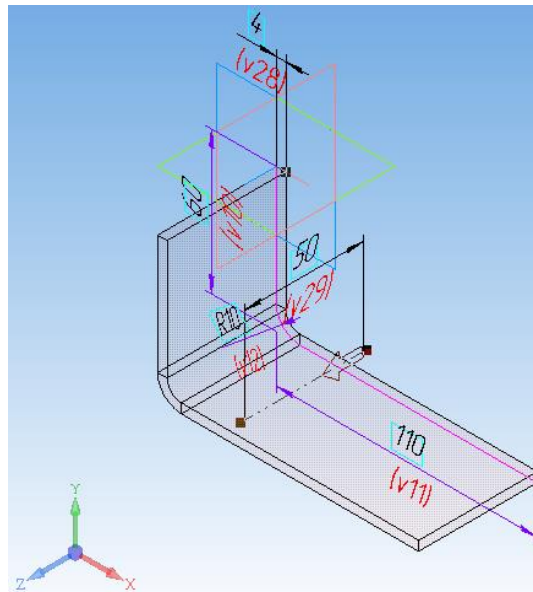


Рисунок 10.3 – Створення листового тіла

Далі будуємо згин по ребру. Для цього вказуємо на ребро, обираємо команду Згин з параметрами – *прямий напрям*, відстань 36 мм, радіус згину 4 мм. У вкладці Боковые стороны *Бокові сторони* вказуємо на розширення згину на 10 мм праворуч (рис. 10.4), створюємо об'єкт.

Тепер будуємо згин по лінії. Для цього створюємо на грані ескіз – відрізок на відстані 24 мм від торця грані. Закриваємо ескіз та вказуємо на команду Згин по лінії, обираємо грань, а потім ребро. Задаємо параметри – *Прямий напрям, нерухома Сторона 1*, радіус згину 5 мм (рис. 10.5), створюємо об'єкт.

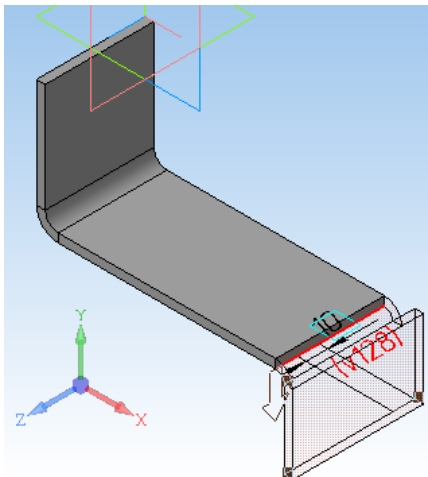


Рисунок 10.4 – Побудова згину

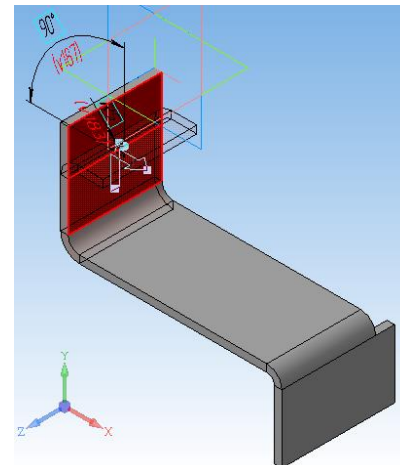




Рисунок 10.5 – Побудова згину по лінії

Далі створюємо Згин в підсічці. Для цього виділяємо грань та створюємо на ній ескіз. Ескіз – відрізок на відстані 50 мм від торця нижньої грані. Закриємо ескіз та вкажемо на команду Згин в підсічці, оберемо грань, а потім і ребро. Задамо параметри – *Прямий напрям, нерухома Сторона 2*, радіус згину 5 мм, висота назовні 12 мм (рис. 10.6), створюємо об'єкт.

Далі створюємо згин по ребру. Для цього вказуємо на ребро, обираємо команду  *Згин* з параметрами – *Зворотний напрям*, відстань 20 мм, радіус згину 6 мм. У вкладці  *Бокові сторони* вказуємо на кут нахилу ліворуч та праворуч на 30° (рис. 10.7), створюємо об'єкт.

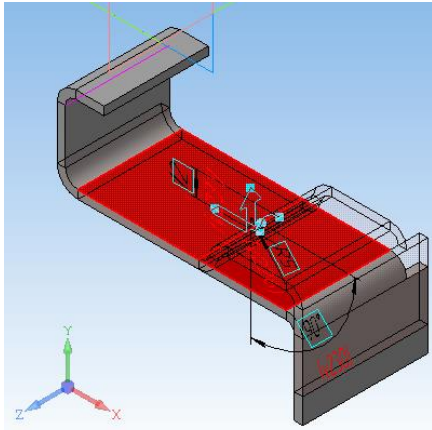


Рисунок 10.6 – Побудова згину в підсічці

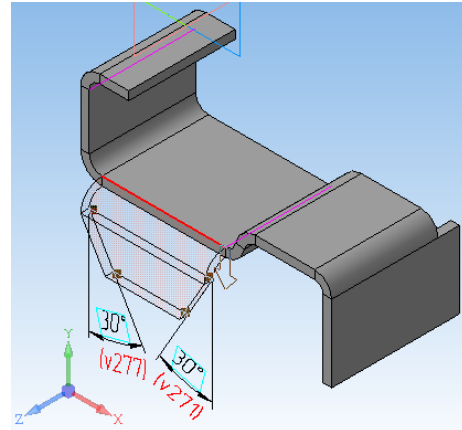





Рисунок 10.7 – Побудова згину

Створюємо *Згин* та задаємо *Звільнення*. Згин по ребру може дорівнювати по довжині не тільки довжині ребер. Його також можна розміщувати посередині або на різній відстані ліворуч і праворуч. Обираємо  *Згин* з параметрами – *Прямий напрям*, тип розміщення – *По центру*, ширина 20 мм, радіус згину 7 мм, зміщення згину відносно ребер – всередину. При такому згині можуть виникнути деформації або розриви матеріалу. Щоб цього не допустити, потрібно зробити спеціальні пази – звільнені ліворуч та праворуч від згину. Для цього переходимо до вкладки *Звільнення* та вмикаємо  *Звільнення від згину*, з типом – *Закруглене*, глибина 7 мм, ширина 3 мм, *Включити в ширину згину* (рис. 10.8), створюємо об'єкт.

Для створення вирізу робимо спочатку розгинання одного згину. Для цього обираємо  *Розігнути* та вказуємо на нерухому грань та згин, який будемо розгинати, (рис. 10.9), створюємо об'єкт.

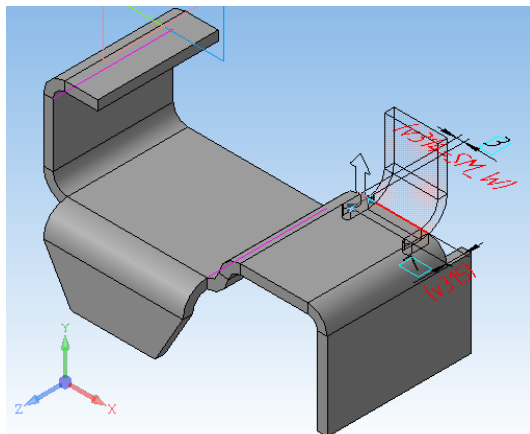


Рисунок 10.8 – Побудова згину зі звільненням

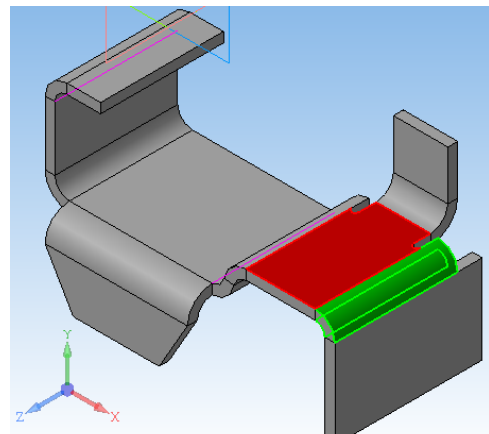


Рисунок 10.9 – Розгинання одного згину

Далі, виділяємо грань та створюємо ескіз (рис. 10.10), закриваємо ескіз.

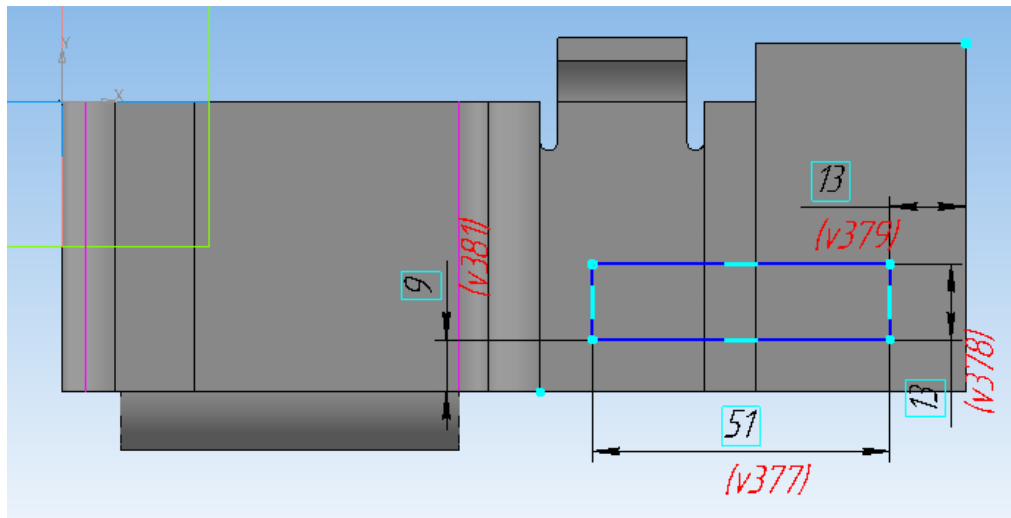


Рисунок 10.10 – Ескіз вирізу на грані

Обираємо команду **Виріз в листовому металі** та вирізаємо по Товщині деталі. Кнопкою **Зігнути** згинаємо під кут 90°, підтверджуємо дію, як показано на рис. 10.11.

Для створення розгортки необхідно вказати грань, що буде нерухомою при розгинанні. Для цього обираємо **Параметри розгортки** та обираємо потрібну грань (рис. 10.12), підтверджуємо дію.

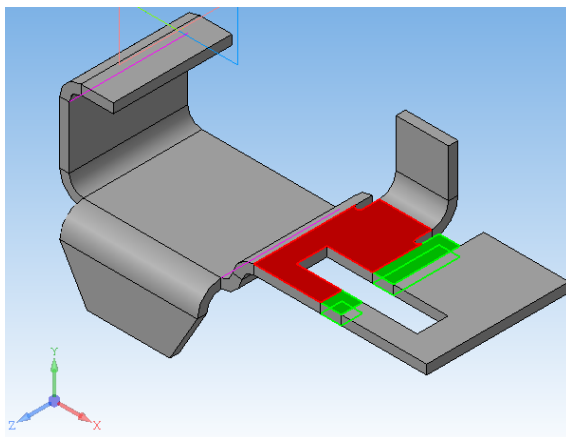


Рисунок 10.11 – Ескіз вирізу на грані

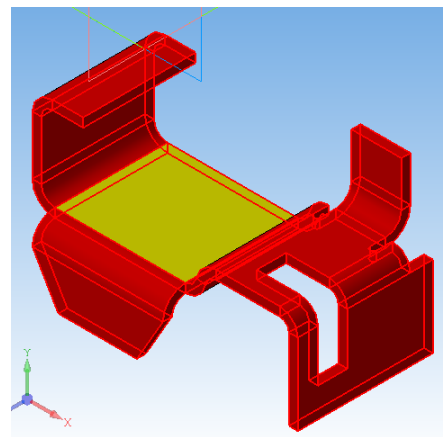


Рисунок 10.12 – Завдання нерухомої грані для розгортки

Обираємо **Розгортку** та підтверджуємо дію, як показано на рис. 10.1. Зберігаємо деталь.

Контрольні запитання

1. Як створити листовий метал?
2. Як створити листове тіло?

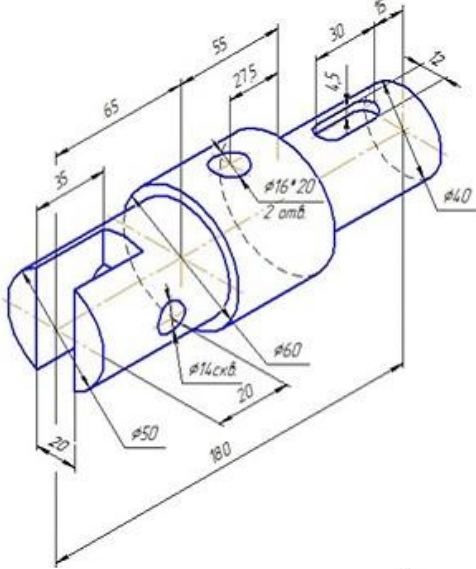
3. Які параметри можливо задати в листовому тілі?
4. Як створити згин?
5. Які параметри можливо задати у згині?
6. Як створити згин по лінії?
5. Які параметри можливо задати у згині по лінії?
7. Як створити згин по лінії в підсічці?
8. Які параметри можливо задати в згині в підсічці?
9. Як створити у згині звільнення?
10. Як зробити розгин та згин одного згину?
11. Як зробити виріз в листовому металі?
12. Які параметри можливо задати при вирізі в листовому металі?
13. Як зробити розгортку листового металу?

Практична робота 5

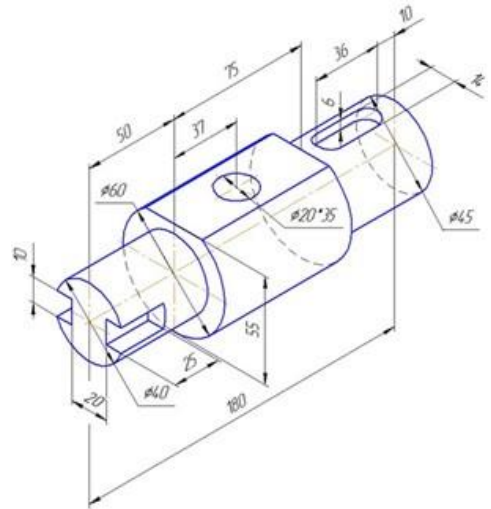
Побудова тіл обертання

Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком, накреслити деталь (відсутні розміри обрати довільно).

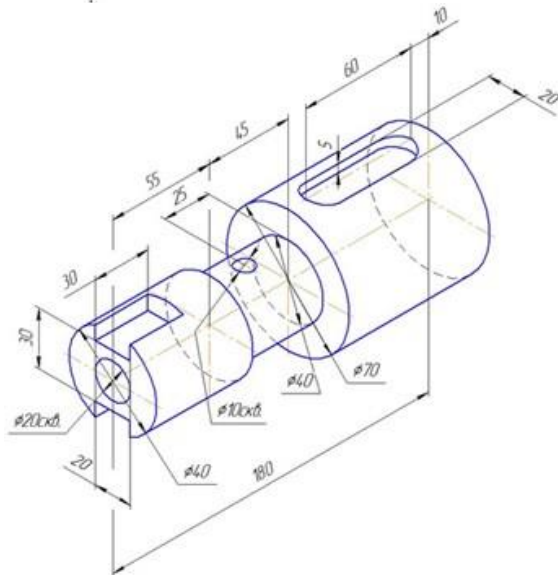
1



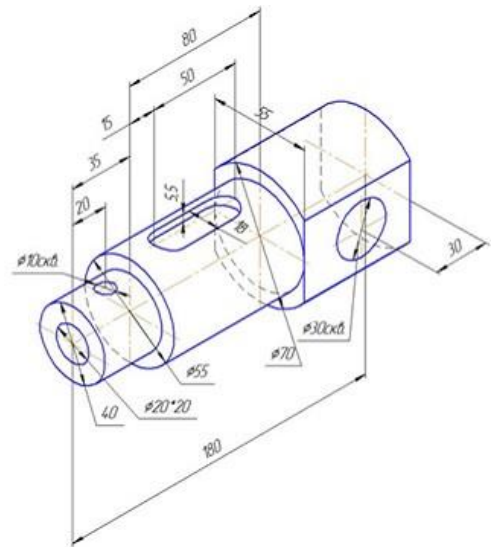
2



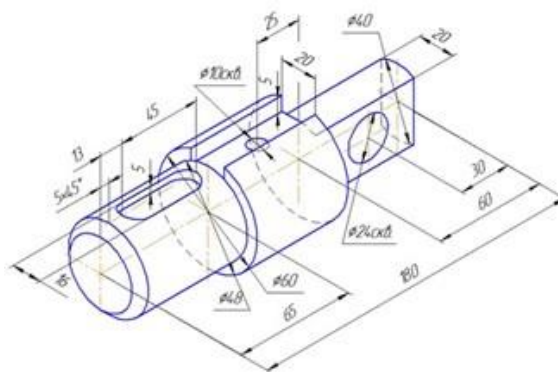
3



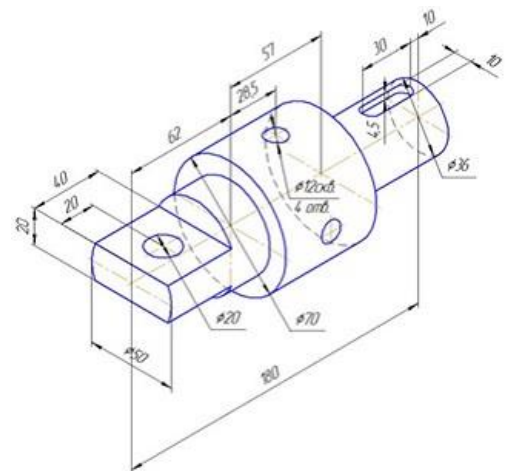
4



5



6



[illegible]

An isometric drawing of a mechanical part, likely a shaft or a pipe fitting. The part has a cylindrical body with several features: a central longitudinal hole, a smaller hole on the left side, and a larger flange-like structure on the right. Dimensions are indicated with arrows and text: overall length is 180; a section of length 60 is marked; a smaller section of length 15 is marked; a diameter of $\phi 30$ is shown at the left end; a diameter of $\phi 12 \times 0.5$ is shown for a small hole; a diameter of $\phi 40$ is shown for the main body; a diameter of $\phi 50$ is shown for the flange; a diameter of $\phi 15 \times 0.5$ is shown for a hole in the flange; a diameter of $\phi 70$ is shown for the flange's outer edge; a thickness of 5 is shown for the flange; and a distance of 30 is shown from the end of the main body to the flange.

Technical drawing of a mechanical part, likely a bush or sleeve, showing dimensions and features. The part is cylindrical with a central hole and a flange. Dimensions include: outer diameter 67, inner diameter 15, total length 100, flange thickness 15, flange outer diameter 100, flange inner diameter 15, and a central hole diameter of 15. A detail view shows a cross-section of the flange with a thickness of 10, an outer diameter of 100, and an inner diameter of 15. A note indicates a chamfer of 1.5x45°.

Isometric view of a mechanical part with the following dimensions and features:

- Overall length: 80
- Overall width: 27
- Overall height: 55
- Left cylindrical section: diameter $\phi 60$, length 35, with a central hole of diameter $\phi 12$ and depth 2 mm.
- Middle section: length 16, with a central hole of diameter $\phi 12$ and depth 2 mm.
- Right cylindrical section: diameter $\phi 60$, length 12, with a central hole of diameter $\phi 12$ and depth 2 mm.
- Bottom flange: diameter $\phi 76$, thickness 12, with a central hole of diameter $\phi 12$ and depth 2 mm.
- Other dimensions: 18, 16, 10, 1, 16, 12, 55, 27.

[illegible]

Лабораторна робота 11

Створення 3D-моделі з використанням «Масиву за таблицею»

Мета: Створення 3D-моделі деталі, що зображена на рис. 11.1, з використанням «Масиву за таблицею».

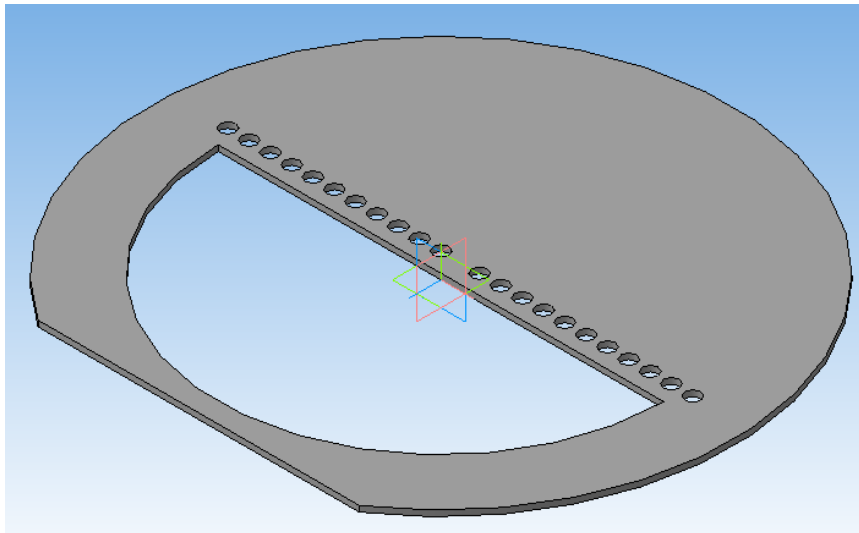




Рисунок 11.1 – Креслення 3D-моделі деталі з використанням «Масиву за таблицею»

Створюємо креслення з 3D-деталі, що зображена на рис. 11.1, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо  «Створити» на Стандартній панелі- Деталь Деталь.

Обираємо орієнтацію креслення *Ізометрія XYZ*.

Створюємо ескіз на площині ZX. Для цього вказуємо «мишкою» в дереві побудови *Площина ZX*. Розміри ескізу беремо, як показано на рис. 11.2.

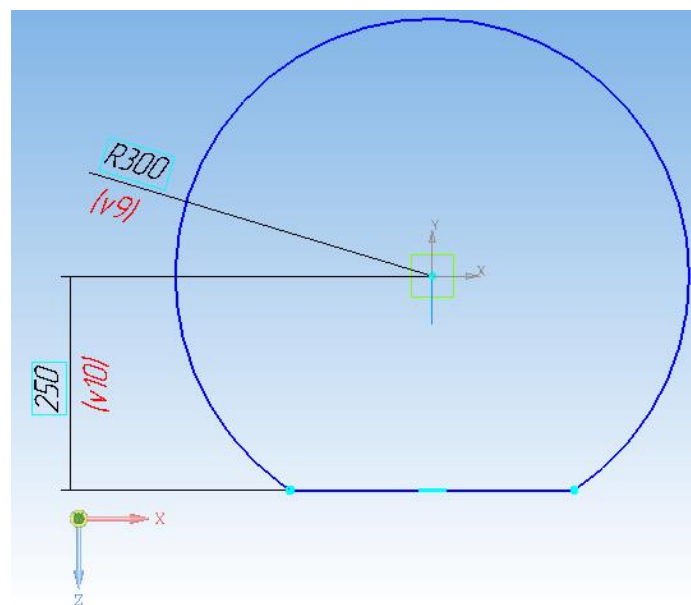



Рисунок 11.2 – Ескіз основи деталі

Виходимо з режиму побудови ескізу, натискаємо кнопку  (слідкуємо, щоб в результаті ескіз був визначений). Видавлюємо ескіз в прямому напрямі на 6 мм.

На верхній поверхні створеної деталі створюємо новий ескіз з розмірами, як показано на рис. 11.3.

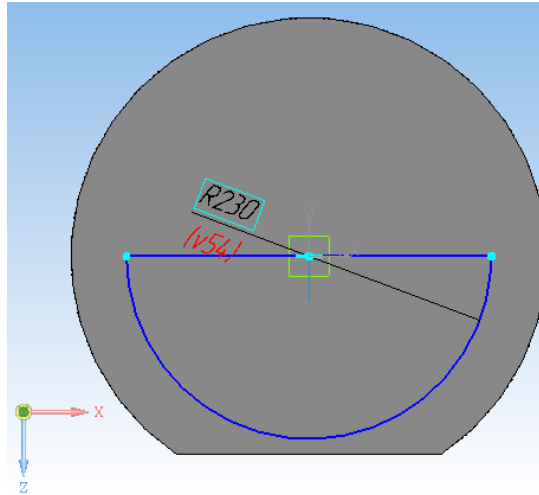


Рисунок 11.3 – Ескіз вирізу деталі

Виходимо з режиму побудови ескізу та робимо прямий виріз *Крізь усе*.

Проектування отворів. Їх розташування – симетричне, двома групами. На початку створюємо одну з них, а для створення групи 2 застосовуємо функцію *Дзеркальний масив*.

Приступаємо до побудови базового екземпляра масиву, тобто отвору 1. Будуємо базовий екземпляр масиву, тобто отвір 1, як показано на рис. 11.4.

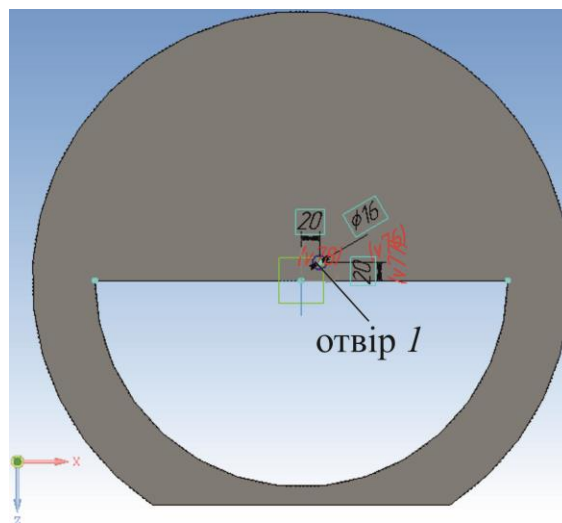



Рис. 11.4 – Ескіз отвору масиву


Виходимо з режиму побудови ескізу та робимо прямий виріз *Крізь усе*.

Щоб побудувати отвори, використовуємо команду  *Масив за таблицею*. Щоб визначити положення отворів, можна ввести цю інформацію вручну за допомогою опції *Немає файлу-джерела* або ж, виконавши дії, описані нижче.


Відкриваємо таблицю MS Excel (xls-файл). Перші 3 стовпчика таблиці будуть містити дані координат x , y , z . Дані по координатах примірників вводимо ряд за рядом. Перший рядок буде містити інформацію про координати екземпляра отвору 2 з першого ряду, як показано на рис. 11.5.

	А	В	С
1	42	0	-20
2	64	0	-20
3	86	0	-20
4	108	0	-20
5	130	0	-20
6	152	0	-20
7	174	0	-20
8	196	0	-20
9	218	0	-20
10	240	0	-20

Рисунок 11.5 – Таблиця в MS Excel
координат масиву отворів

Зберігаємо xls-файл і повертаємося в програму КОМПАС-3D. Запускаємо  *Масив за таблицею* і на вкладці 1 в рядку вказівки об'єкта позначаємо *отвір*.

На вкладці 2 вказуємо джерело файлу, у вікні *Вибір файлу* позначаємо тип файлу як Таблиця Excel, вказуємо збережену таблицю. Далі відкриється фантом масиву, який створено, потім завершуємо операцію.

Наступною дією буде створення дзеркальної копії масиву –  *Дзеркальний масив*, як показано на рис. 11.6.

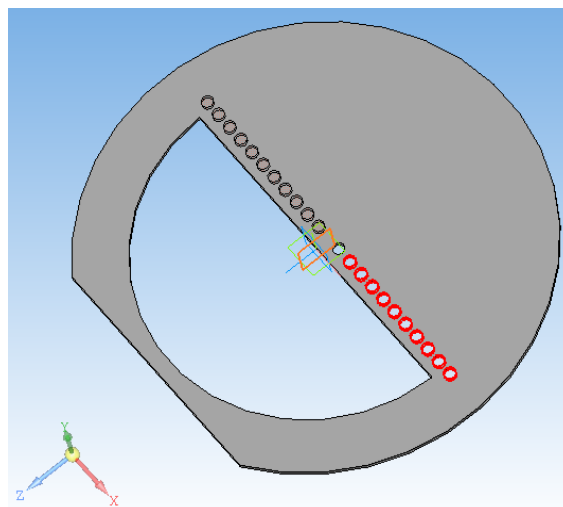


Рисунок 11.6 – Створення дзеркальної копії масиву

Підтвердимо дію та отримаємо деталь, як показано на рис. 11.1.

Контрольні запитання

1. Як використовується масив за таблицею?
2. Як створити файл даних для масиву за таблицею?
3. Які параметри існують при побудові масиву за таблицею?
4. Як створити дзеркальний масив?
5. Які параметри існують при побудові дзеркального масиву?

Лабораторна робота 12

Створення 3D-моделі листової деталі з використанням штампування

Мета: Створення 3D-моделі листової деталі, що зображена на рис. 12.1, з використанням штампування.

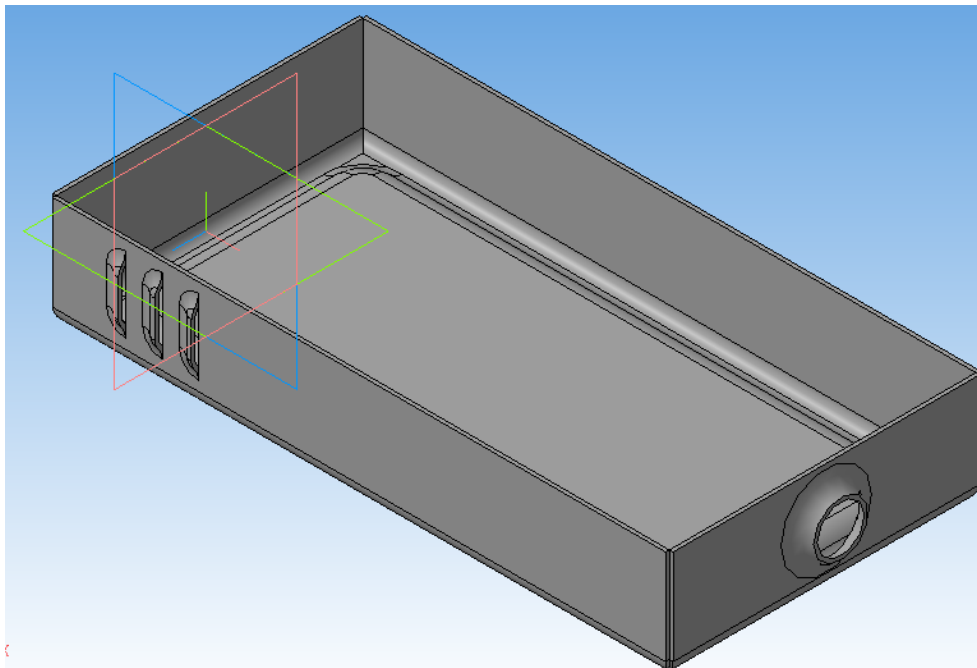




Рисунок 12.1 – 3D-модель листової деталі, створеної з використанням штампування

Створюємо креслення з 3D деталі, що зображена на рис. 12.1, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо  «Створити» на Стандартній панелі- Деталь Деталь.

Створюємо ескіз – відрізок довжиною 170 мм. На базі даного ескізу створюємо листове тіло з параметром *Середня площа* на 86 мм та товщиною 1 мм, як показано на рис. 12.2.

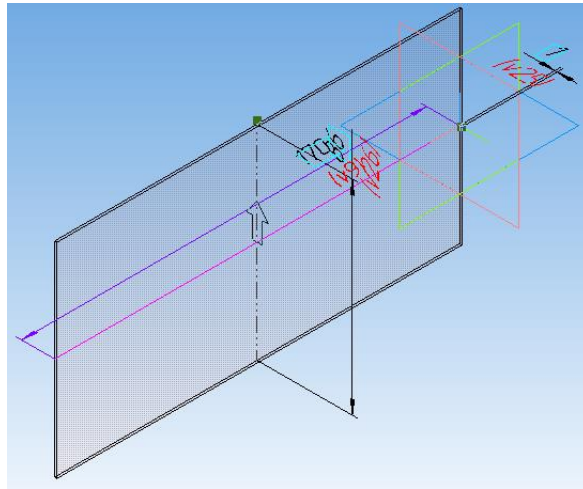


Рисунок 12.2 – Створення основи 3D-моделі

Створюємо ескіз на грані – відрізок довжиною 30 мм – рис. 12.3.

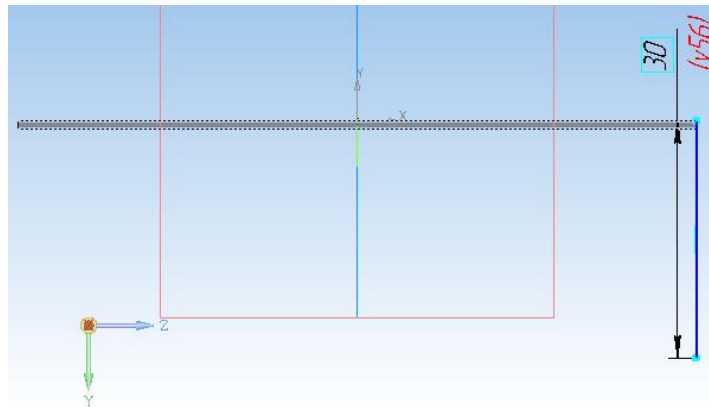


Рисунок 12.3 – Створення ескізу стінки деталі

Створюємо *Згин по ескізу*. Для цього виділяємо ребро щойно створеного ескізу та обираємо *Послідовність ребер* та вказуємо ребра, що залишились, внутрішній радіус 3 мм. У вкладці *Замикання кутів* обираємо *Замикання встик*. Підтверджуємо дію – рис. 12.4.

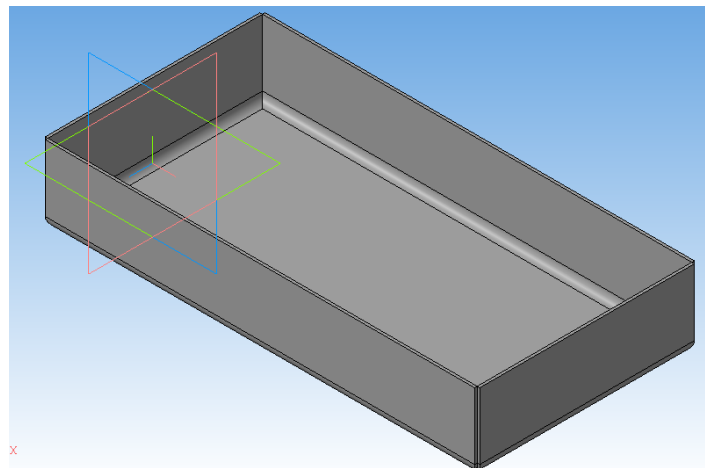


Рисунок 12.4 – 3D-модель листової деталі без штампування

Створюємо жалюзі. Для цього на грані створюємо ескіз із трьох відрізків, як показано на рис. 12.5.

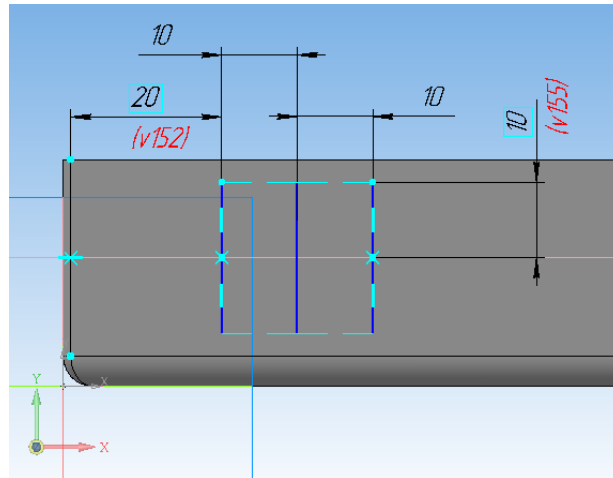



Рисунок 12.5 – Створення ескизу жалюзі

Обираємо кнопку  Жалюзі, створюємо отвір штампування – окружність діаметром 15 мм з параметрами – рис. 12.6, підтверджуємо дію.

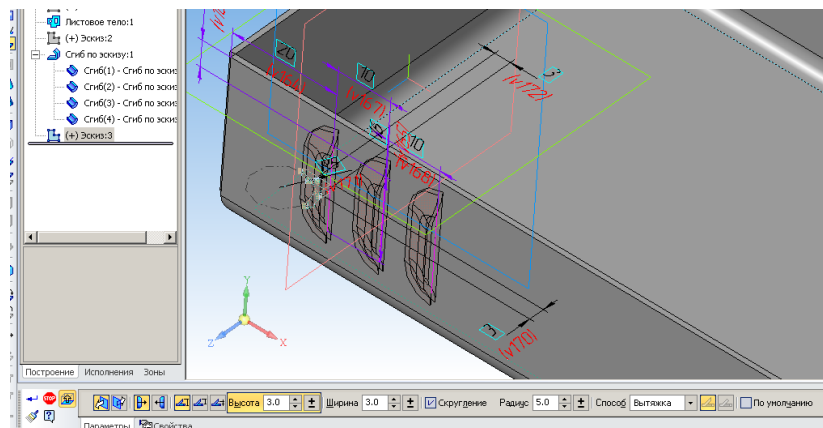



Рисунок 12.6 – Параметри жалюзі

Створюємо ескіз відкритого штампування – окружність діаметром 15 мм, та використовуємо функцію  Відкрите штампування – рис. 12.7.

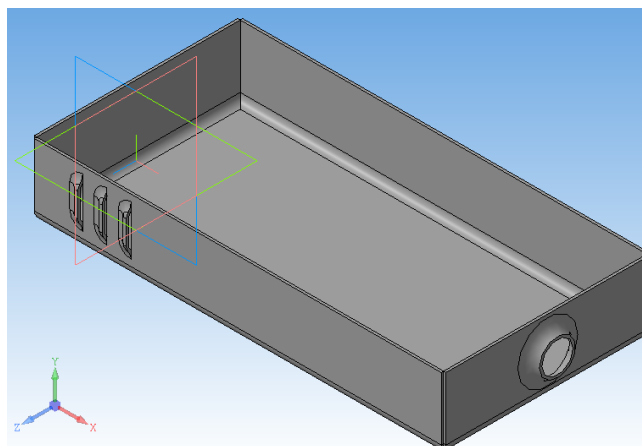


Рисунок 12.7 – Створення на деталі відкритого штампування

На дні деталі створюємо ескіз – прямокутник з параметрами – рис. 12.8.

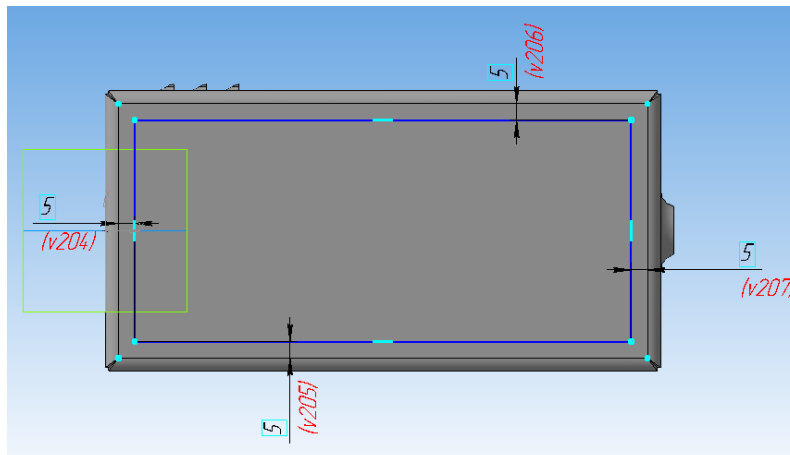


Рисунок 12.8 – Створення ескізу на дні деталі

Натискаємо кнопку *Закрите штампування* та вказуємо параметри відповідно до рис. 12.9.

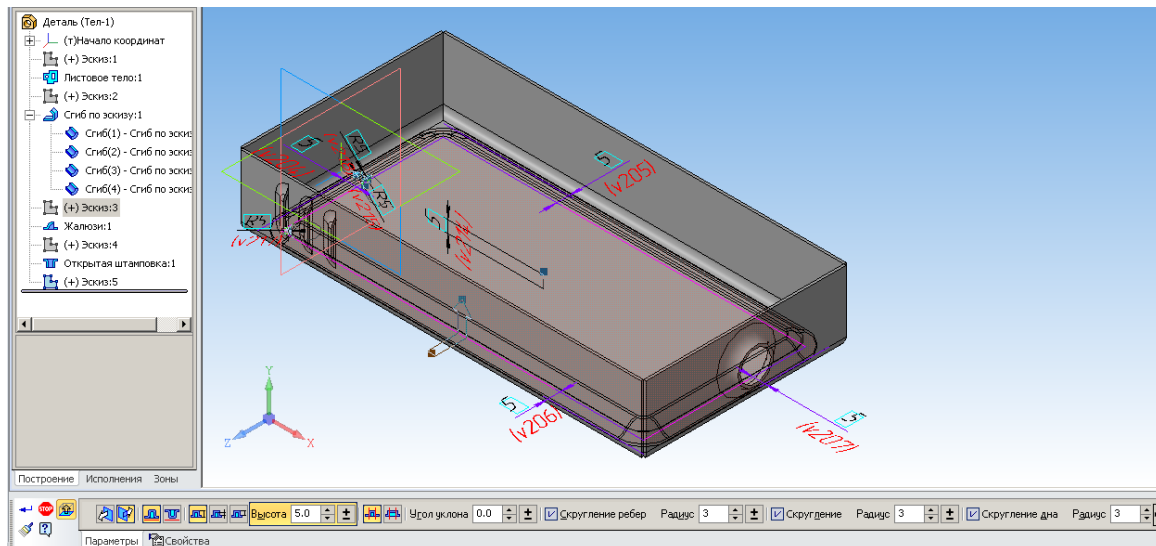


Рисунок 12.9 – Параметры *Закритого штампування*

Можна створити розгортку. Готова деталь показана на рис. 12.1. Зберігаємо деталь.

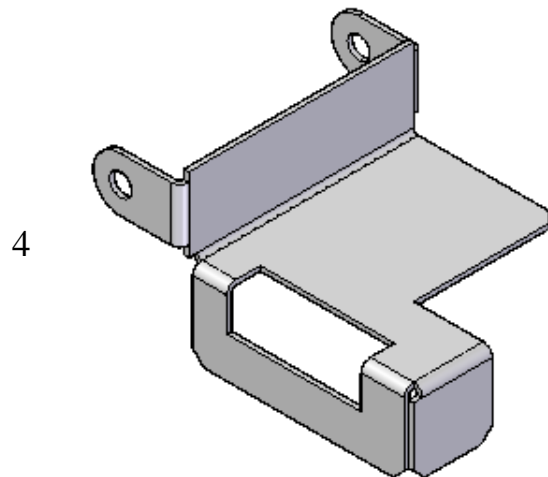
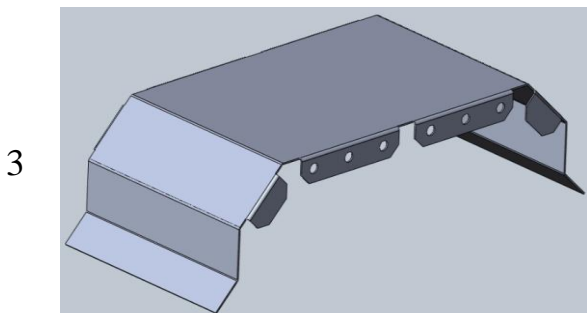
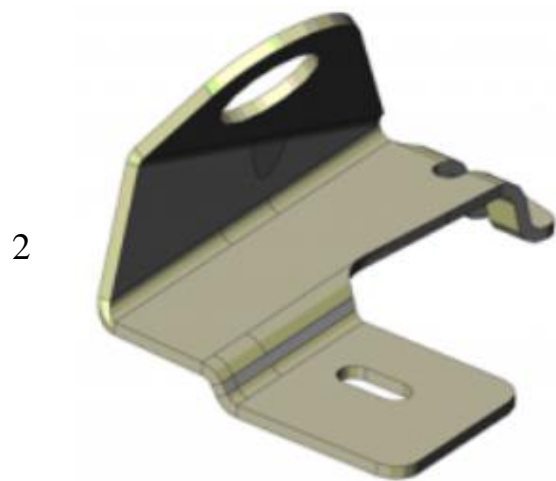
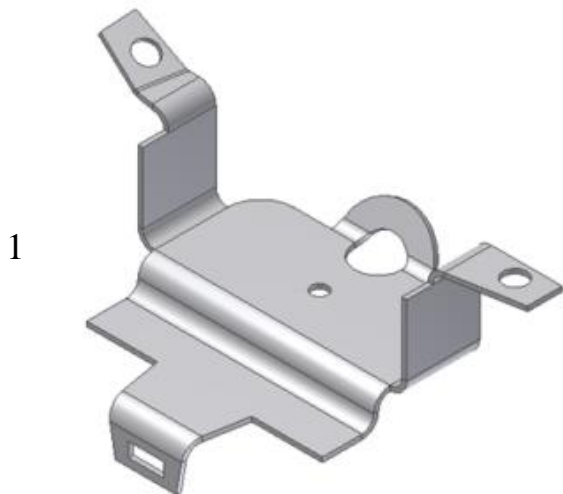
Контрольні запитання

1. Як створити згин по ескізу?
2. Які параметри існують при побудові згину по ескізу?
3. Як створити жалюзі?
4. Які параметри існують при побудові жалюзі?
5. Як створити відкрите штампування?
6. Які параметри існують при побудові відкритого штампування?
7. Як створити закрите штампування?
8. Які параметри існують при побудові закритого штампування?

Практична робота 6

Створення листової деталі

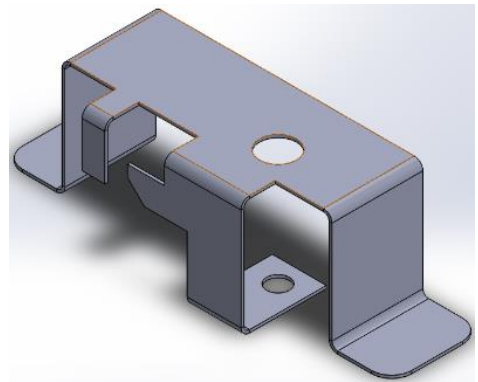
Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком завдання, накреслити листову деталь (розміри обрати довільно).



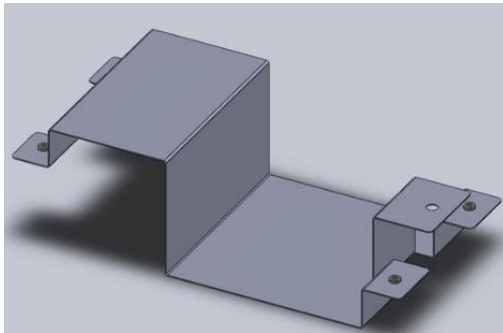
7



8



9



10



11



12



Лабораторна робота 13

Створення складання із 3D-моделей деталей

Мета: Створити складання із 3D-моделей деталей, що зображено на рис. 13.1 (а, б, в).

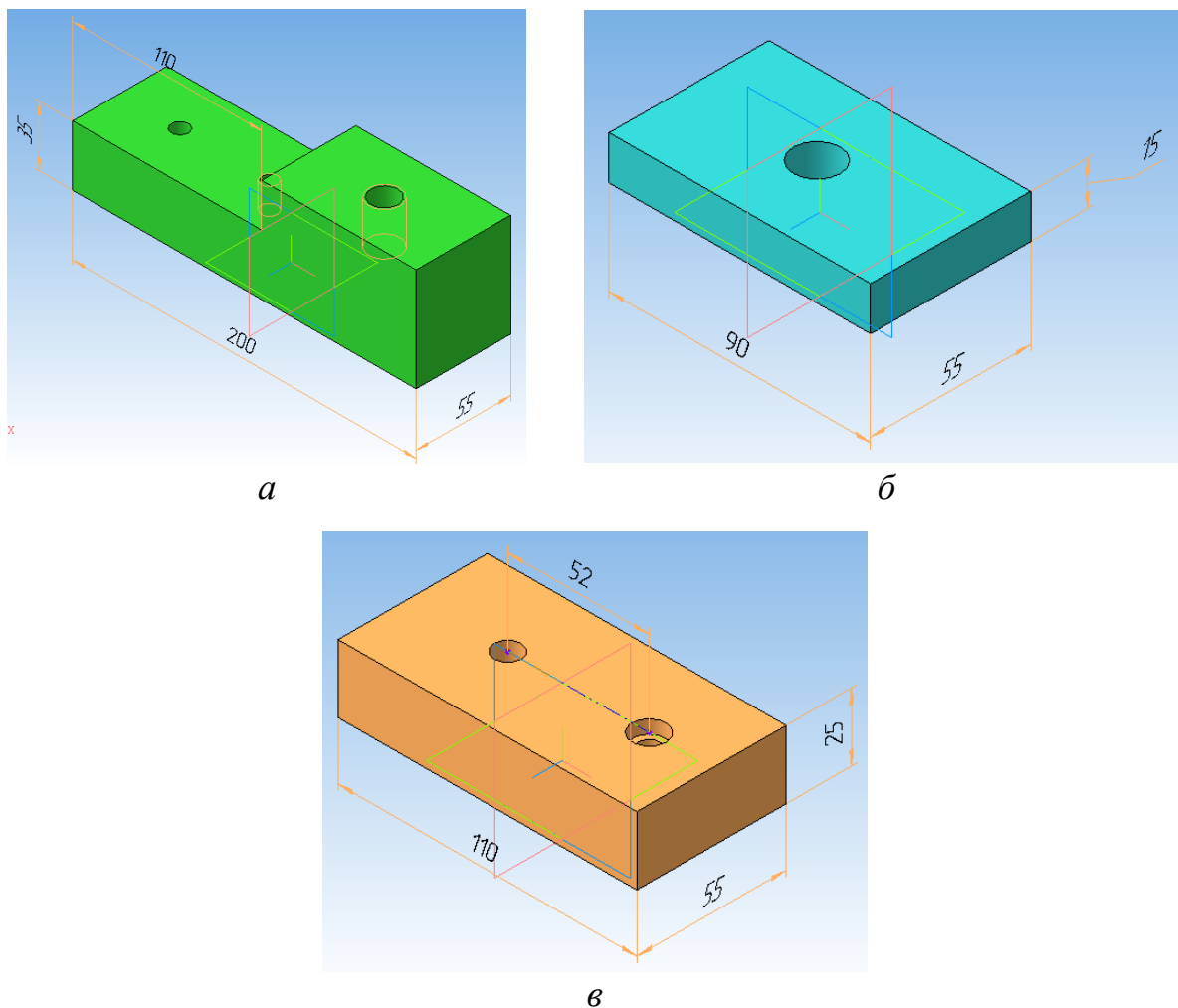


Рисунок 13.1 – Креслення 3D-моделі вала:
а – деталь 1; б – деталь 2; в – деталь 3

Створюємо кожну з деталей, що зображені на рис. 13.1.

Далі створюємо складання з 3D-деталей, що зображена на рис. 13.1. Для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо Створити на Стандартній панелі- Складання.

На панелі Вид необхідно включити кнопку Орієнтація та обрати Ізометрія XYZ Ізометрія XYZ.



На компактній панелі активізуємо Інструментальну панель Редагування складання. Далі обираємо Додати з файлу.

У вікні, що з'явилося, натискаємо кнопку З файлу і знаходимо деталь 1. Фантомне зображення деталі розміщуємо в центрі координатних осей і

фіксуємо лівою кнопкою «миші» в момент, коли поруч з курсором з'явиться зображення системи координат.

Таким же чином додаємо наступну деталь 2. Розміщуємо її у вільному місці.

Тепер необхідно поєднати деталі 1 та 2. Робиться це сполученням деталей. У нашому випадку розумно застосувати сполучення по співвісності отворів у деталях 1 та 2, щоб деталь 1 стала точно над деталлю 2. А потім застосувати сполучення на збіг деталей, тобто *Притягнути* деталь 1 до деталі 2.

Щоб задати сполучення по співвісності, потрібно перейти в *Інструментальну панель*  *Сполучення*, натиснути на кнопку  *Співвісність*. Далі виділяємо поверхню отворів у деталі 1 та 2. Сполучення деталей виконано, як показано на рис. 13.2.

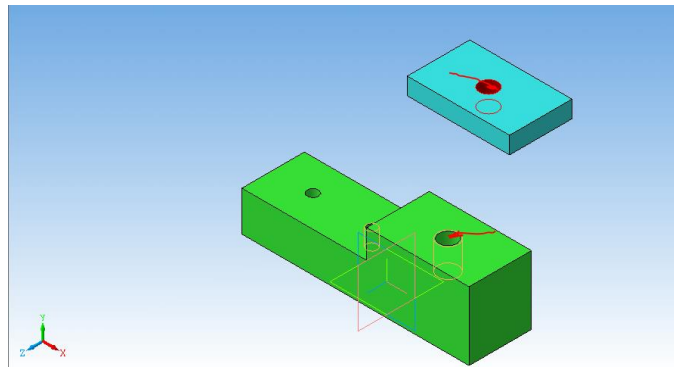



Рисунок 13.2 – Сполучення деталей
з використанням команди *Співвісність*

Тепер виконаємо сполучення Деталей 1 та 2 за випадковим збігом. Натискаємо кнопку  *Збіг об'єктів*. Виділяємо «мишкою» нижню межу деталі 2 і верхню межу деталі 1. Для цього повертаємо моделі – рис. 13.3.

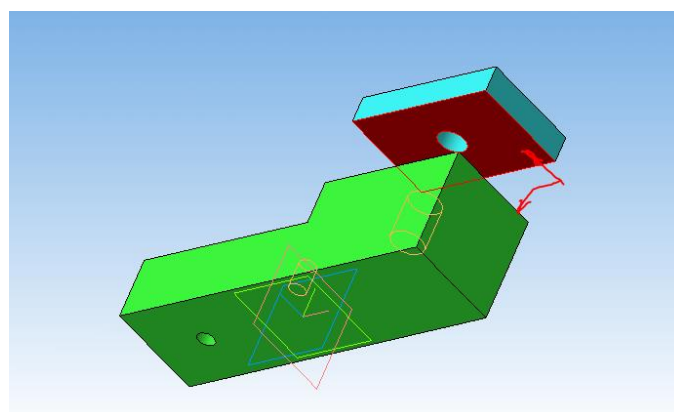


Рисунок 13.3 – Сполучення деталей
з використанням команди *Збіг об'єктів*

Таким же чином вчинимо і з деталлю 3. Спочатку ставимо спів-
вісність одного з отворів в деталі 1 і 3, а потім збіг об'єктів на рис. 13.4.

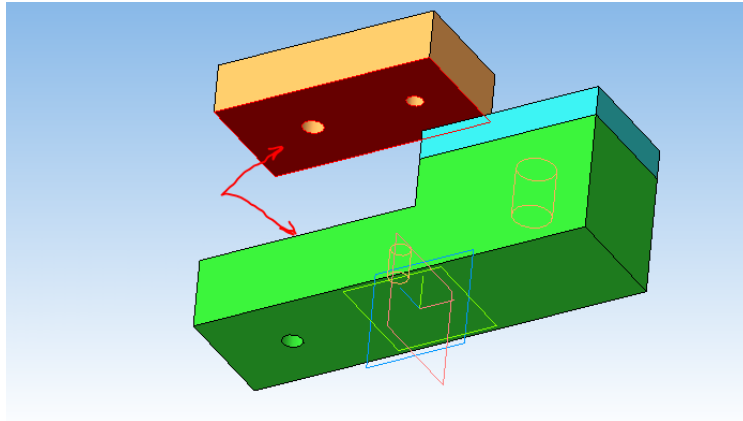


Рисунок 13.4 – Сполучення деталей 1 та 3

У результаті отримуємо необхідну складання деталей – рис. 13.5.

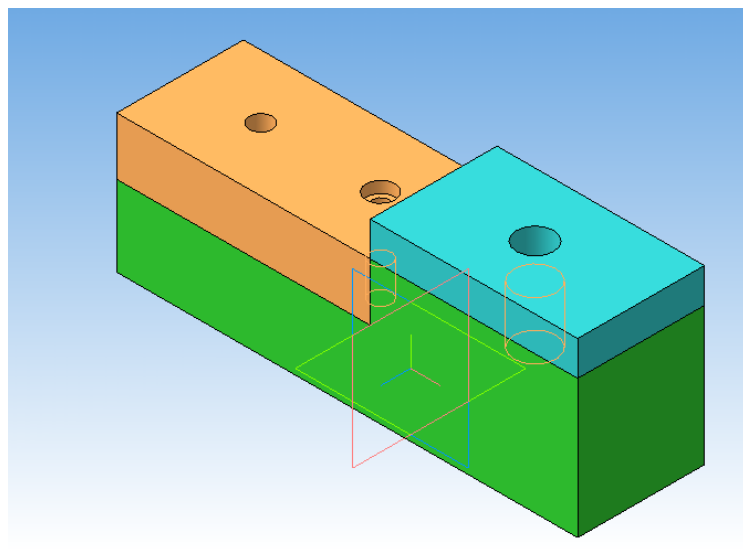


Рисунок 13.5 – Сполучення деталей 1, 2 та 3

Зберігаємо складання.

Контрольні запитання

1. Як додати до складання деталь з файлу?
2. Які сполучення деталей існують?
3. Як задати сполучення деталей по співвісності?
4. Як задати сполучення деталей по збігу об'єктів?
5. Які параметри можливо задати при сполученні деталей по співвісності?
6. Які параметри можливо задати при сполученні деталей по збігу об'єктів?

Лабораторна робота 14

Створення креслення деталі за 3D-моделлю

Мета: Створити креслення деталі за 3D-моделлю кронштейна, що зображено на рис. 14.1 (розміри обрати довільно).

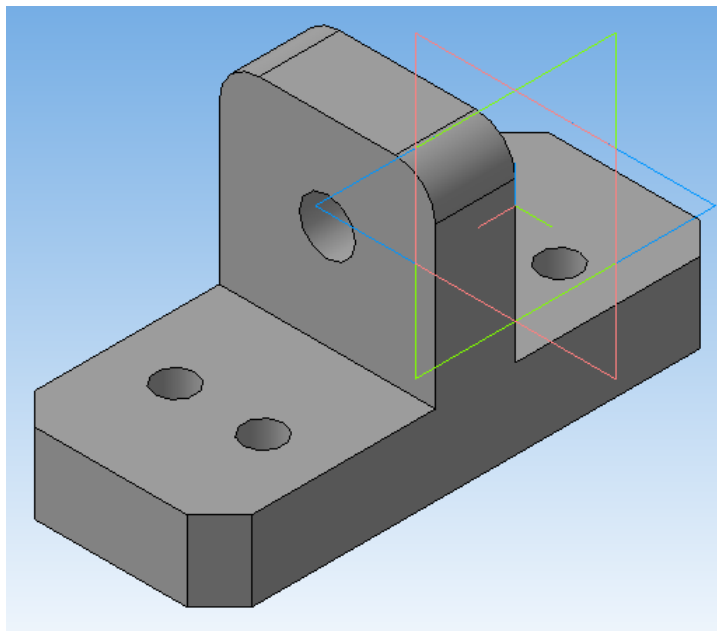





Рисунок 14.1 – Креслення 3D-моделі кронштейна

Створюємо креслення за 3D-моделлю кронштейна, що зображено на рис. 14.1 (розміри обираємо довільні), для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо  *Створити* на *Стандартній панелі-Креслення*. Формат креслення – A4.

На *Компактній панелі* обираємо  *Види*. Далі обираємо  *Стандартні види* та обираємо файл кронштейна. На вкладці *Параметри* залишаємо налаштування за замовчуванням (схема видів, орієнтація головного виду і т.д.). Масштаб 1:2.

На вкладці *Лінії* – *показувати невидимі лінії*, лінії переходів (для радіусів заокруглень) залишаємо *невидимими*, хоча можна проєкспериментувати та подивитися, що вийде. Наводимо, якщо потрібно, види, перетягуючи їх «мишкою» за границю (виділені штриховою лінією).

Також за допомогою команди *Лінія розрізу* на панелі інструментів *Позначення* можна побудувати лінію розрізу і вивести розріз (або перетин) на аркуш.

Проставляємо осьові лінії на отворах (*Інструментальна панель Позначення* – кнопка *Позначення центру*). Попередньо робимо вид, на якому будуть проставлені осьові лінії, поточним (лівою кнопкою «миші»

виділяємо вид, натискаємо праву кнопку «миші» і вибираємо *Поточний*). Останню осьову лінію можна провести за допомогою глобальної прив'язки *Середина* або допоміжних ліній.

Закінчуємо оформлення креслення проставлянням розмірів. У результаті отримуємо креслення, як показано на рис. 14.2.

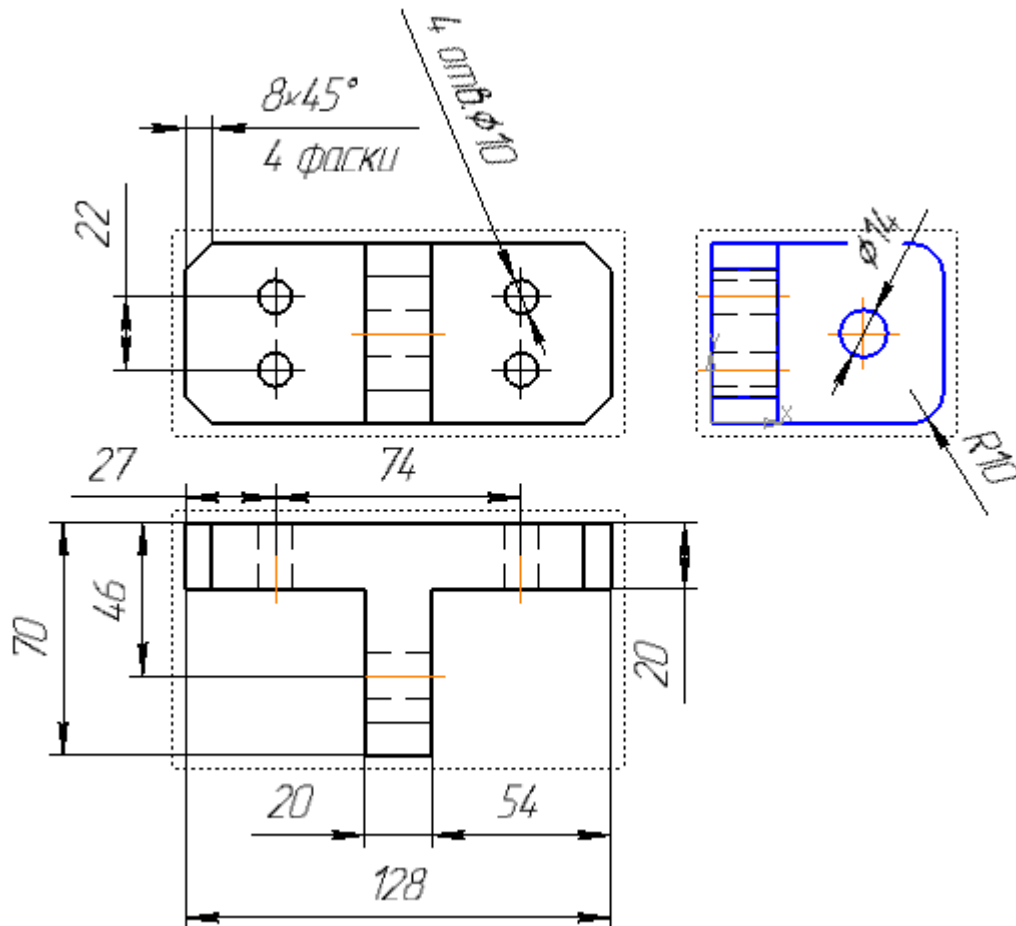


Рисунок 14.2 – Креслення кронштейна

Зберігаємо креслення.

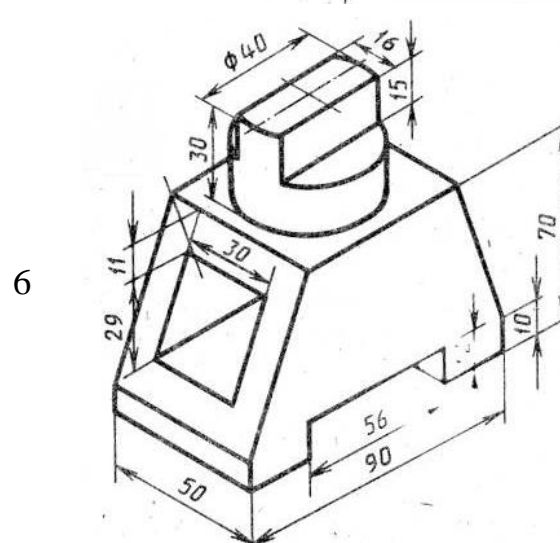
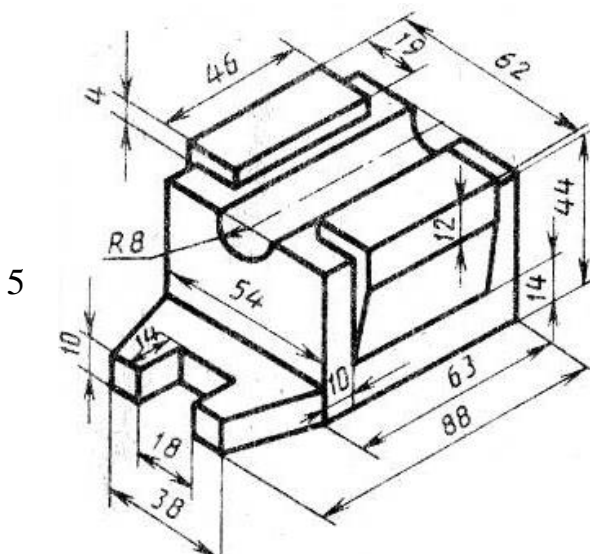
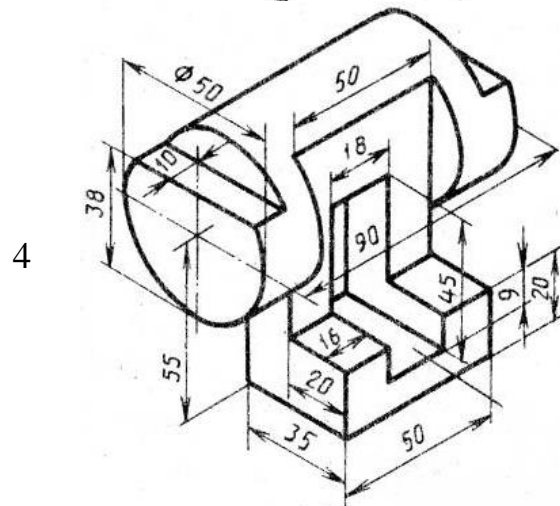
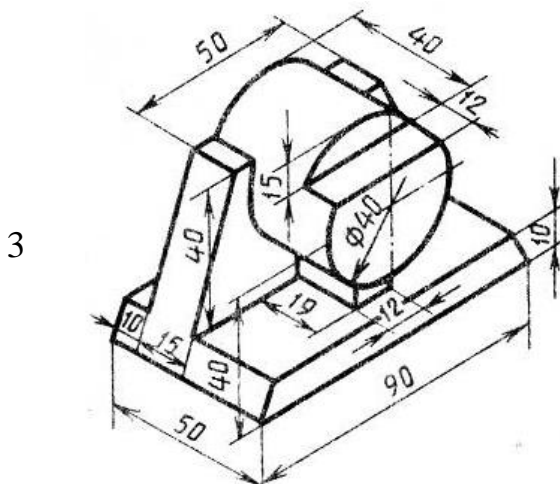
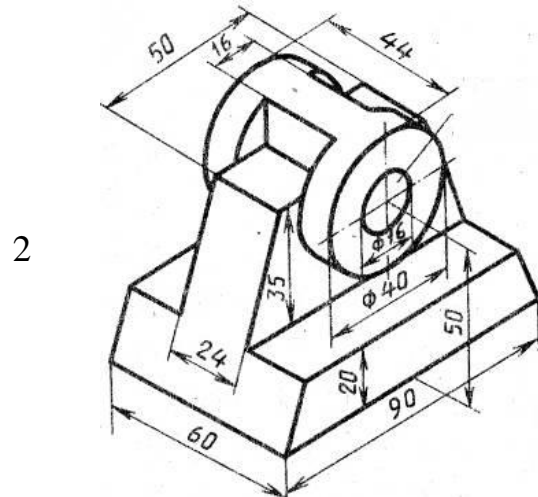
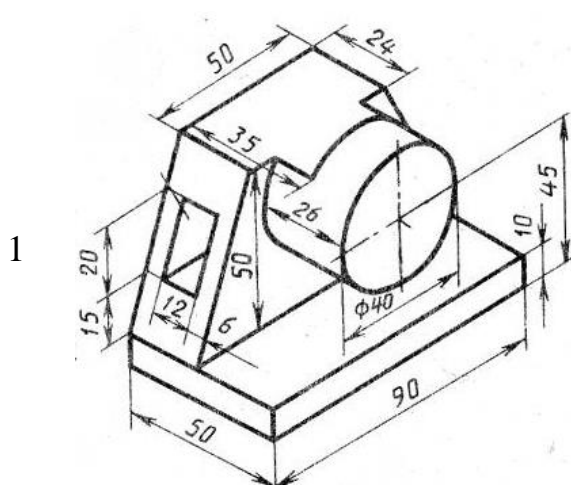
Контрольні запитання

1. Як вставити 3D-моделі деталі на креслення?
2. Які параметри існують при *Стандартних видах*?

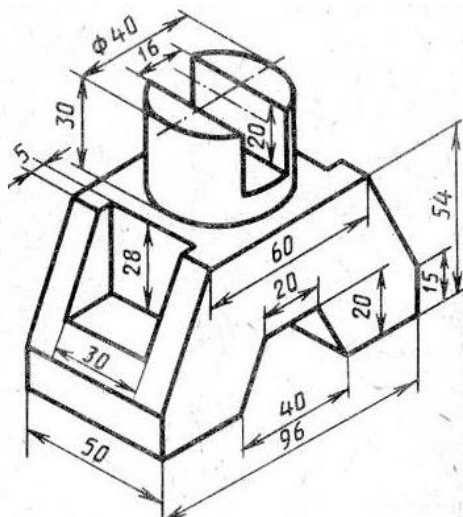
Практична робота 7

Створення креслення деталі за 3D-моделлю

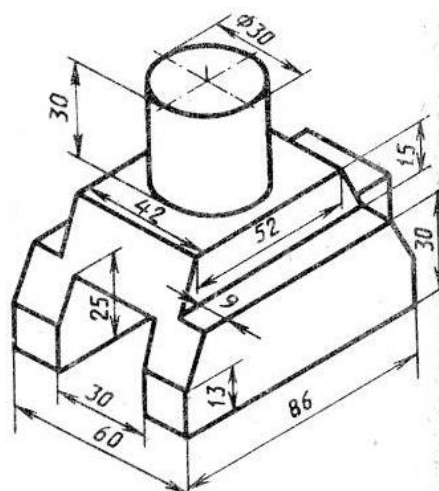
Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком, створити креслення деталі за 3D-моделлю.



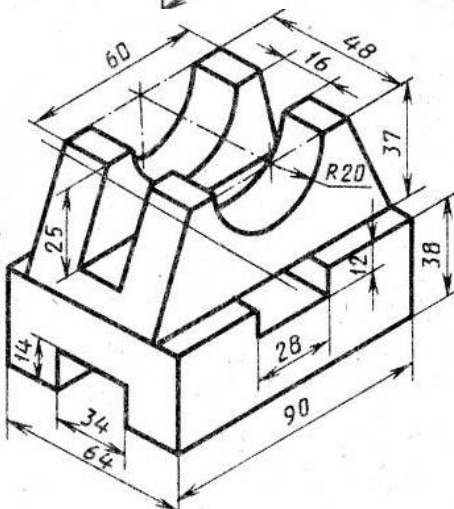
7



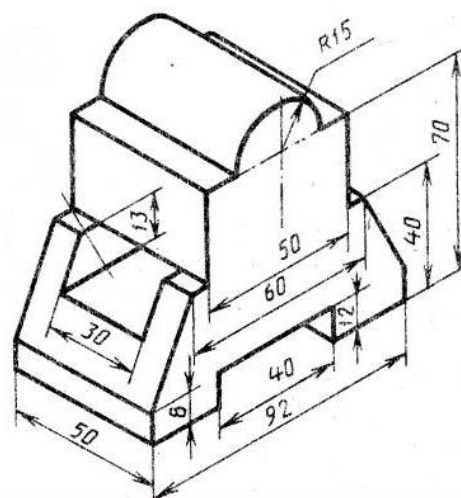
8



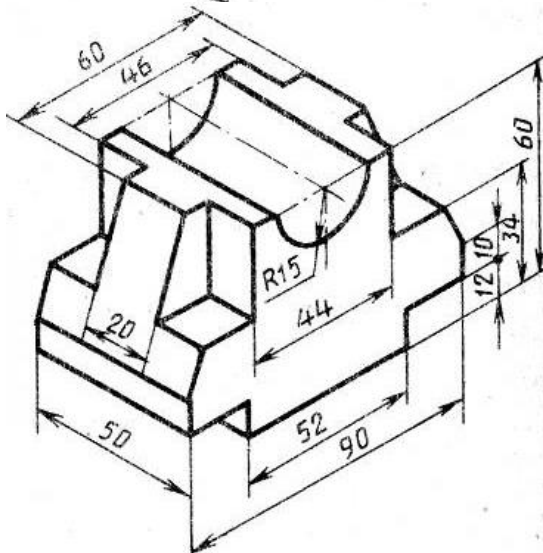
9



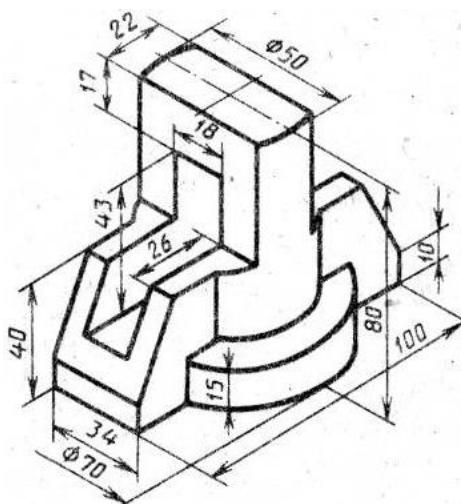
10



11



12



Лабораторна робота 15

Створення креслення різьбових з'єднань

Мета: Накреслити різьбове з'єднання, що зображено на рис. 15.1.

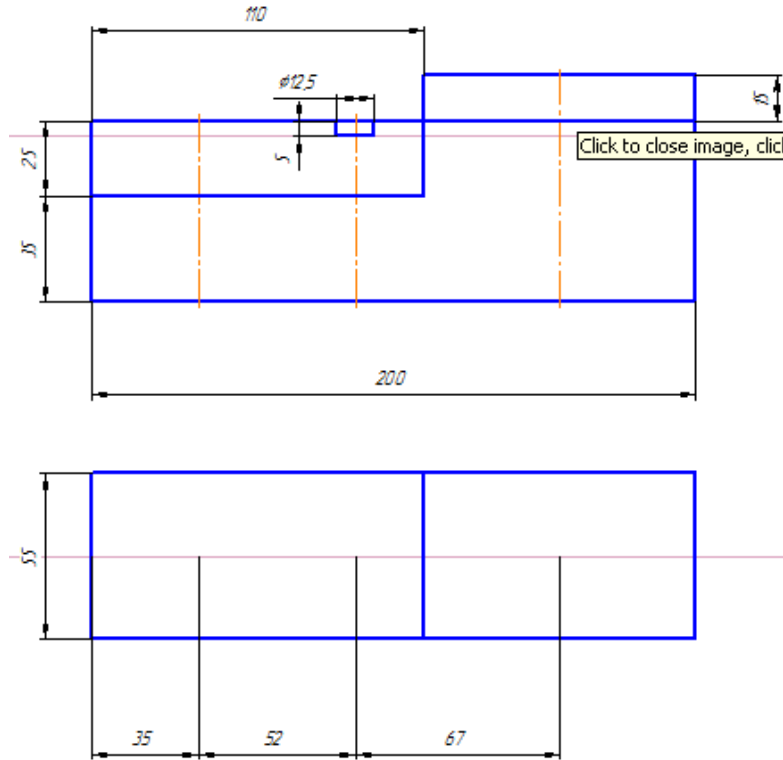


Рисунок 15.1 – Креслення різьбового з'єднання

Для виконання створюємо креслення, що зображене на рис. 15.1.

Створювати болтове з'єднання будемо за допомогою бібліотеки *Стандартних виробів*, що входить в базову конфігурацію *Компас 3D*.

У головному меню натискаємо на вкладку *Бібліотека-Стандартні вироби-Вставити елемент* – рис. 15.2.

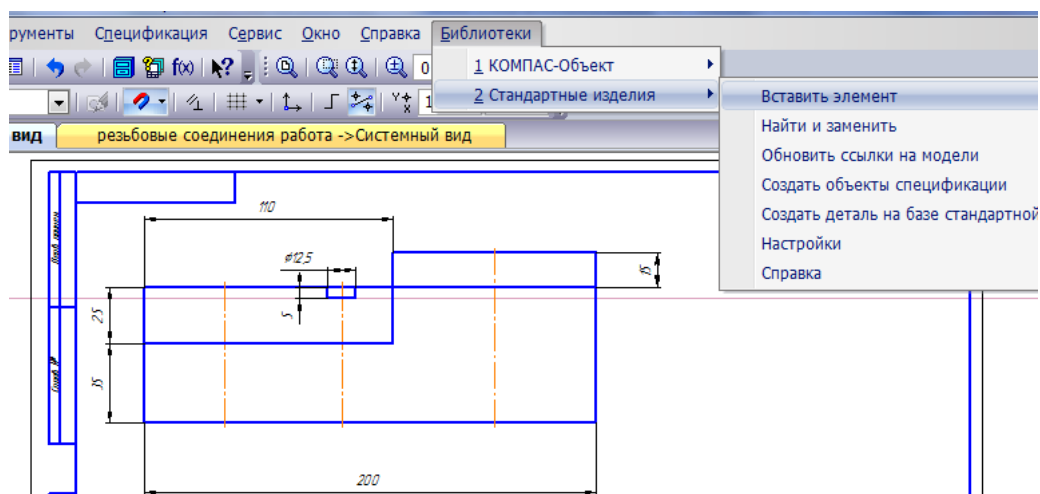


Рисунок 15.2 – Вибір бібліотеки стандартних виробів

У вікні *В дереві файлів* послідовно вибираємо *Кріпильні вироби-Болти-Болти з шестигранною головкою* – знаходимо болт з потрібним ДСТУ і двічі натискаємо по ньому лівою кнопкою «миші» або по іконці з зображенням болта (рис. 15.3).

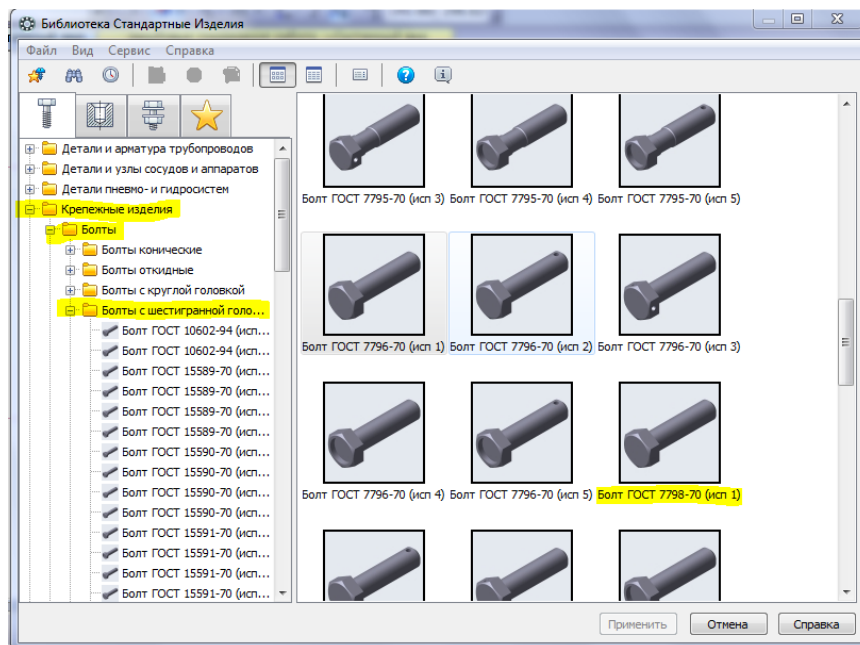


Рисунок 15.3 – Вибір необхідного болта

Натискаємо двічі по рядку *Діаметр різьби* і вибираємо потрібні нам параметри: діаметр – 10 мм, крок різьби – 1,5, довжина болта – 75 мм, як показано на рис. 15.4.

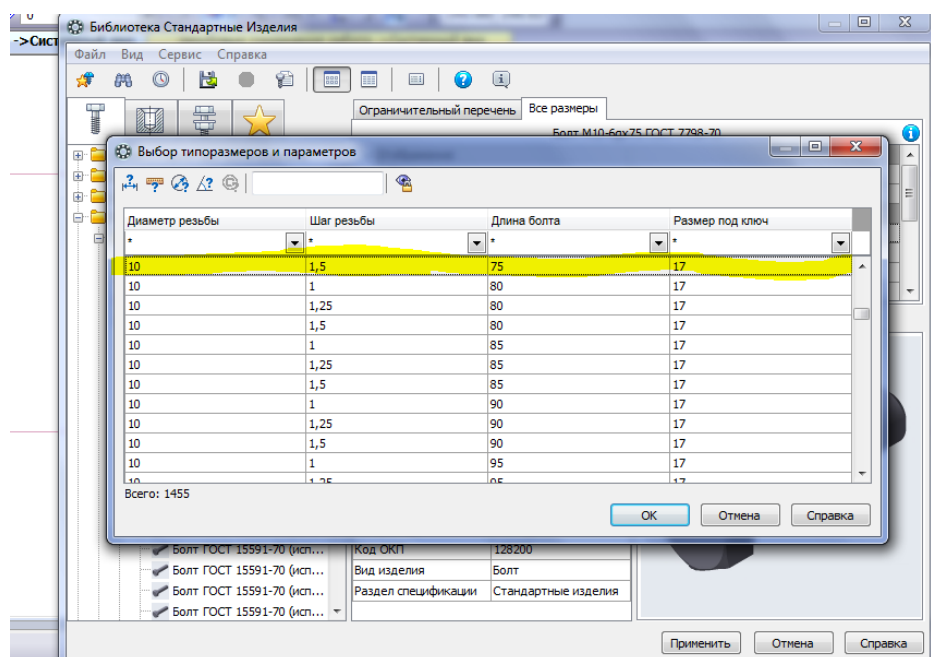


Рисунок 15.4 – Вибір характеристик болта

Далі вибираємо вид спереду і деталізацію – *спрощену*, як показано на рис. 15.5. Обираємо *Застосувати*.

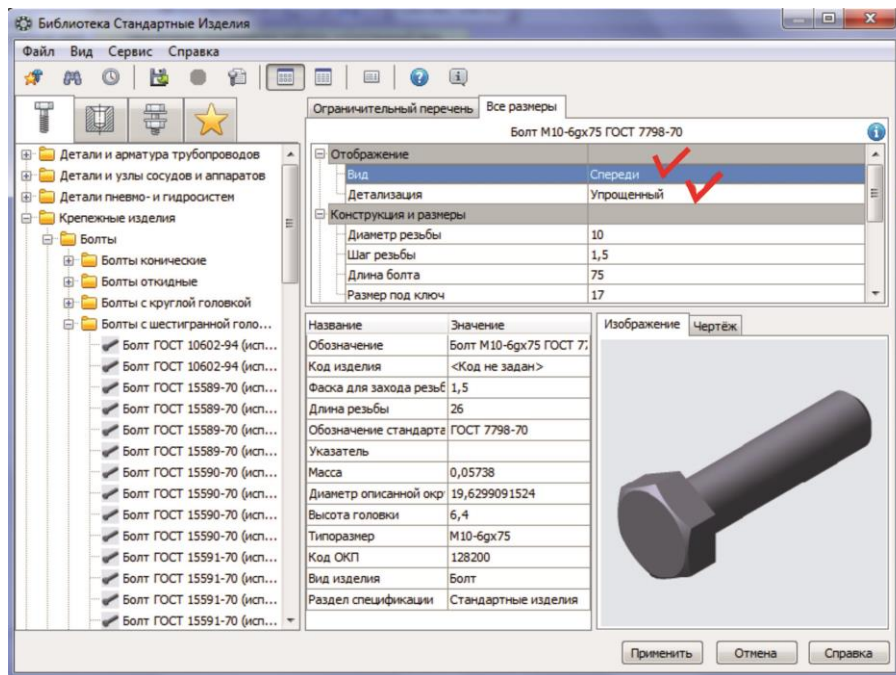


Рисунок 15.5 – Вибір виду болта

Розміщуємо фантом болта на кресленні.

Далі в бібліотеці вибираємо шайбу класу С ДСТУ 11371-78 (виконання 1). Вказуємо діаметр 10 мм, вид спереду, спрощений, як показано на рис. 15.6.

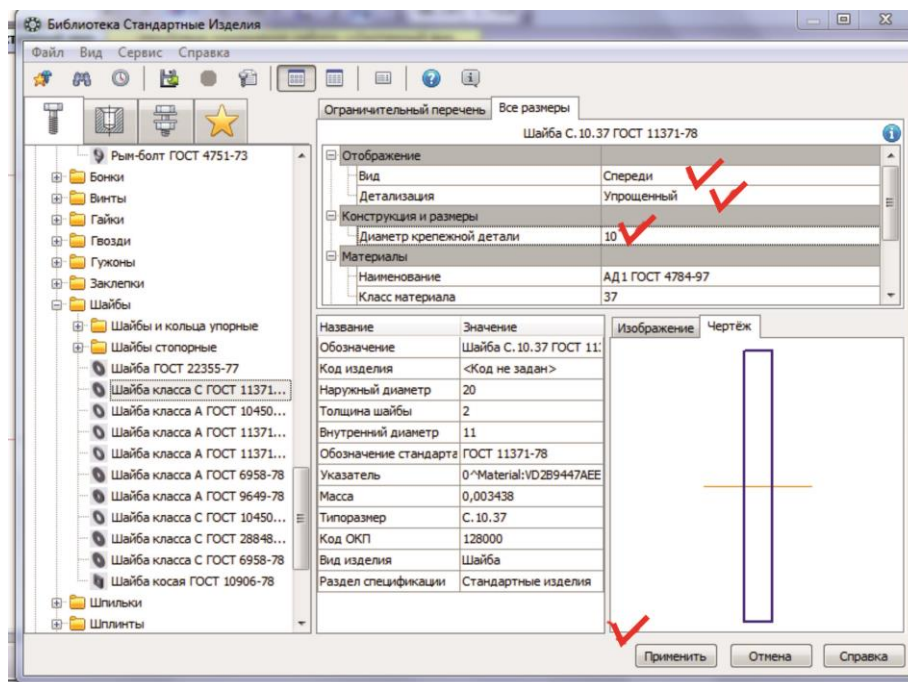


Рисунок 15.6 – Вибір параметрів шайби

Розміщуємо шайбу на болті, фіксуємо, об'єкт специфікації не створюємо (рис. 15.7).

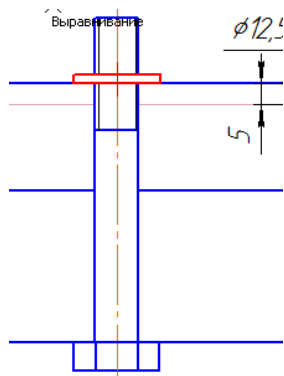


Рисунок 15.7 – Розміщення шайби на болті

Повертаємося в бібліотеку і вибираємо гайку М10 ДСТУ 5915-70 (виконання 1). Крок різьби вибираємо 1,5, як і у болта (рис. 15.8).

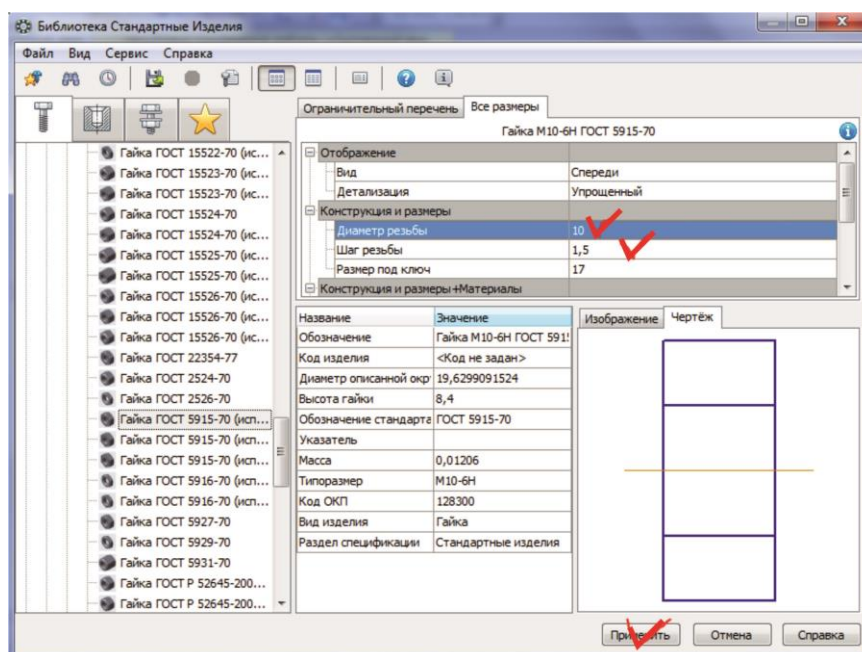


Рисунок 15.8 – Вибір параметрів гайки

Отримуємо готове болтове з'єднання, як показано на рис. 15.9.

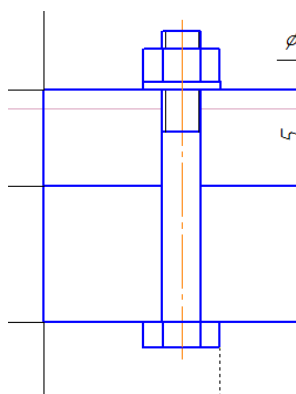


Рисунок 15.9 – Болтове з'єднання

Виконуємо з'єднання гвинтом. Для цього у бібліотеці вибираємо гвинт М8×35 ДСТУ 1491-80 (вкладка *Гвинти нормальні*), вид спереду, стандартної деталізації (доведеться редагувати до спрощеної), крок різьби 1,25. Отримуємо гвинтове з'єднання, як показано на рис. 15.10.

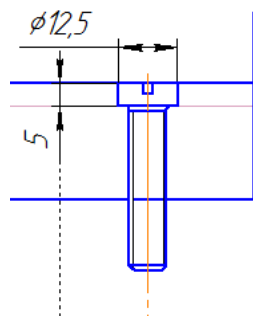


Рисунок 15.10 – Гвинтове з'єднання

Виконаємо з'єднання шпилькою. Для цього *В бібліотеці* вибираємо шпильку з кінцем, що загвинчується М16×40 ДСТУ 22036-76 (виконання 1), крок різьби обох кінців – 2 (рис. 15.11).

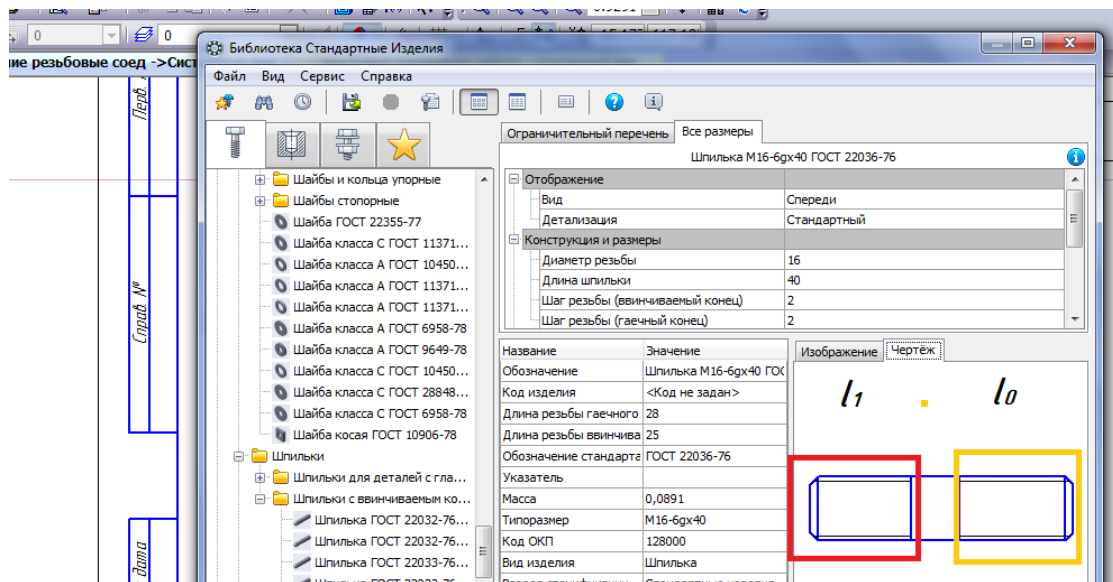


Рисунок 15.11 – Вибір параметрів шпильки

Вставляємо шпильку кінцем, що загвинчується l_1 вниз (стрілкою вказана початкова точка для розміщення шпильки) – рис. 15.12.

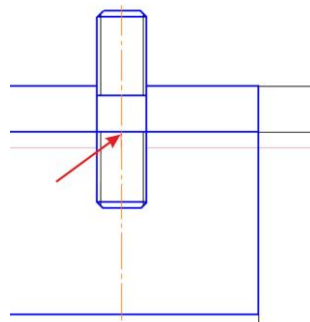


Рисунок 15.12 – Розміщення шпильки

Аналогічно болтовому з'єднанню вставляємо шайбу і гайку в креслення різбових з'єднань. Не забуваємо, що у гайки крок різби дорівнює 2, як показано на рис. 15.13.

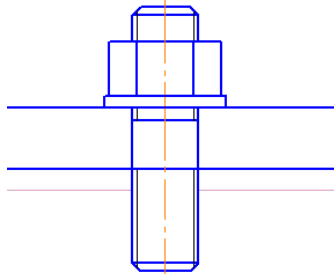


Рисунок 15.13 – З'єднання зі шпилькою

Уручну створюємо зображення болта і шпильки. Гвинт вставляємо з бібліотеки. Отримуємо кінцеве з'єднання, як показано на рис. 15.14.

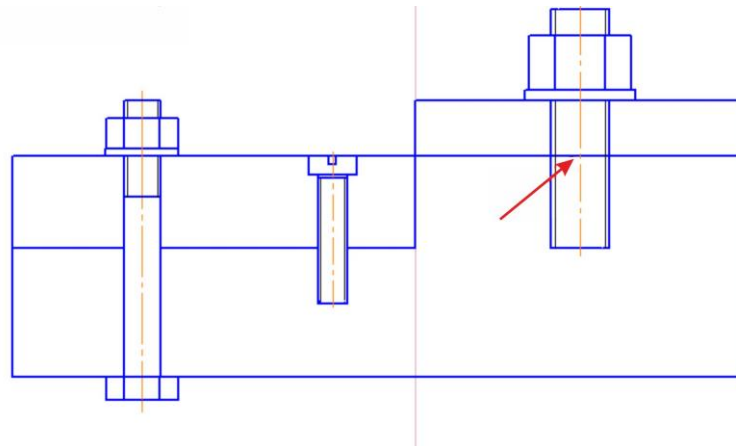


Рисунок 15.14 – Креслення різбових з'єднань

Зберігаємо креслення.

Контрольні запитання

1. Як вставити в креслення елемент з бібліотеки стандартних виробів?
2. Які параметри можливо задати до вставки болта з бібліотеки стандартних видів?
3. Які параметри можливо задати до вставки шайби з бібліотеки стандартних видів?
4. Які параметри можливо задати до вставки гайки з бібліотеки стандартних видів?
5. Які параметри можливо задати до вставки шпильки з бібліотеки стандартних видів?
6. Які параметри можливо задати до вставки гвинта з бібліотеки стандартних видів?


Лабораторна робота 16

Створення 3D-моделі кільцевої пружини

Мета: Створити 3D-модель кільцевої пружини, що зображена на рис. 16.1.



Рисунок 16.1 – Креслення 3D-моделі кільцевої пружини

Створюємо 3D-модель кільцевої пружини, що зображена на рис. 16.1, для цього запускаємо програму КОМПАС-3D V16. Обираємо  *Створити* на *Стандартній панелі-Деталь*.

Створюємо ескіз в площині ZX (ізометрія XYZ) – коло діаметром 2 мм з координатами центру (0; 25) – це перетин витка на зовнішньому діаметрі пружини.

Після створення першого ескизу створимо наступний на цій же площині. Будуємо допоміжну окружність діаметром 40 мм (діаметр розміщення перетинів внутрішніх витків).

Далі визначаємо, на який кут потрібно змістити вісь перетину від попередньої вісі. Кількість витків пружини – 40. Кутовий крок витка дорівнює $360^\circ : 40 = 9^\circ$, звідси випливає, що ескіз 2 повинен бути зміщений щодо першого на $4,5^\circ$. Тому будуємо допоміжну пряму під кутом $90^\circ + 4,5^\circ = 94,5^\circ$. Будуємо ескіз витка на перетині допоміжної окружності і прямої.

Третій ескіз повинен бути зміщений щодо першого на 9° – рис. 16.2.

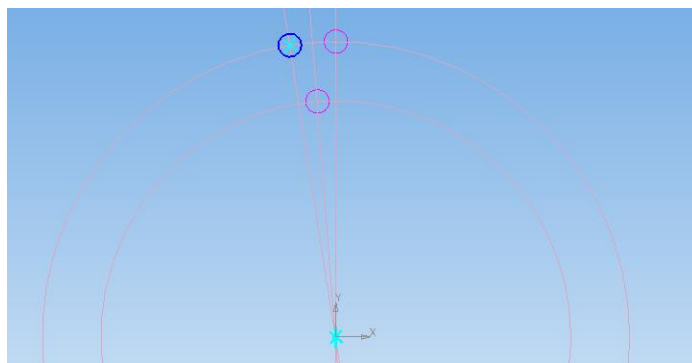


Рисунок 16.2 – Початок побудови 3D-моделі кільцевої пружини

Тепер створимо два ескізи в площині ZY – дуги кіл. Вони потрібні для того, щоб створити траєкторію для виконання операції за перетинами. Перша дуга: радіус 2,5 мм, центр (22,5; 0), побудова проти годинникової стрілки – рис. 16.3, *а*. Друга дуга: радіус 2,5 мм, центр (22,5; 0), побудова за годинниковою стрілкою – рис. 16.3, *б*.

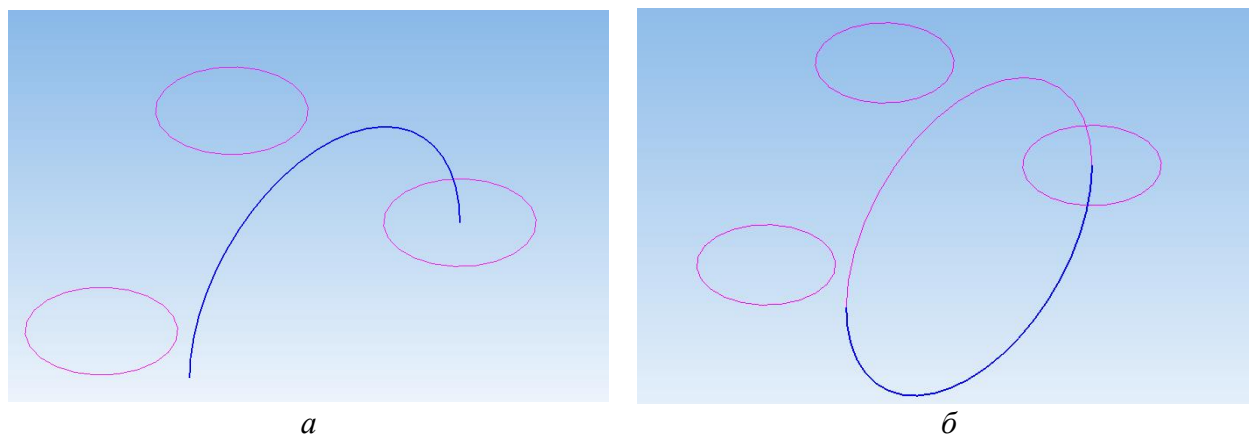


Рисунок 16.3 – Створення траєкторії кільцевої пружини проти годинникової стрілки (*а*) та за нею (*б*)

Викликаємо команду *Операція за перетинами*, вказуємо ескіз 1 і 2 в якості перетинів, як осьової – ескіз 4 (першу дугу) – рис. 16.4, *а*. Викликаємо знову команду *Операція за перетинами*, вказуємо ескізи 2 і 3 і другу дугу як осьову (рис. 16.4, *б*).

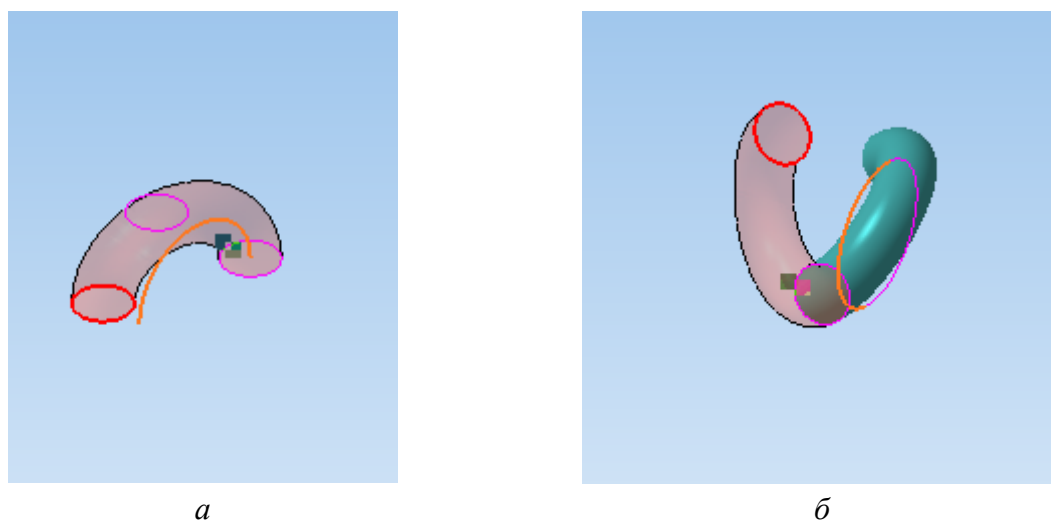


Рисунок 16.4 – Створення витка кільцевої пружини за першою (*а*) та другою (*б*) дугою

Один повний виток кільцевої пружини готовий. Тепер з допомогою операції *Масив по концентричній сітці* створюємо інші 39 витків.

Попередньо створюємо вісь масиву. На панелі *Допоміжна геометрія* запускаємо команду *Вісь на перетині двох площин (XY та ZY)* – ця вісь перпендикулярна площині ZX і проходить через початок координат. Викликаємо команду *Масив по концентричній сітці*. Вісь масиву – конструктивна вісь, об’єкти копіювання – дві операції за перетинами. Підтверджуємо дію та отримуємо вигляд, як на рис. 16.1.

Зберігаємо деталь.

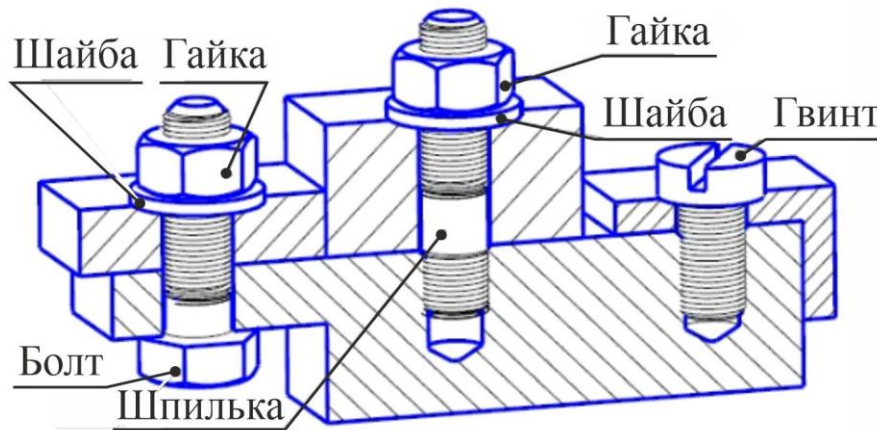
Контрольні запитання

1. Як обчислити параметри для побудови 3D-моделі кільцевої пружини?
2. Як побудувати масив по концентричній сітці?
3. Які параметри існують при побудові масиву по концентричній сітці?

Практична робота 8

Побудова різьбових з'єднань

Завдання: Обрати з поданих нижче свій варіант за списком, накреслити різьбове з'єднання на форматі аркуша А3 (розміри не вказаних елементів обрати довільно).



Варіант	Болт, різьба	Довжина болта, мм	Шпилька, різьба	Довжина шпильки, мм	Гвинт, різьба	Довжина гвинта, мм
1	M12	50	M8	40	M8	30
2	M14	60	M9	50	M9	40
3	M16	70	M10	60	M10	50
4	M18	50	M11	55	M11	45
5	M20	60	M12	65	M12	55
6	M12×1,25	70	M14	45	M14	35
7	M14×1,25	50	M16	35	M16	30
8	M16×1,5	60	M10	50	M10	40
9	M18×1,5	70	M8	60	M8	45
10	M20×1,5	60	M6	55	M6	40

Список літератури

1. Миронова Р. С., Миронов Б. Г. Сборник заданий по инженерной графике. – Москва : Высшая школа, 2001. – 263 с.
2. Потёмкин А. Е. Твердотельное моделирование в системе КОМПАС-3D. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
3. Бочков А. Л. Трёхмерное моделирование в системе Компас-3D (практическое руководство). – Санкт-Петербург : СПбГУ ИТМО, 2007. – 80 с.
4. КОМПАС-3D V16. Руководство пользователя. – 2016. – 2920 с.
5. Азбука КОМПАС-3D V15. – Москва : ЗАО АСКОН, 2014. – 492 с.
6. Как чертить в Компасе? Освоить моделирование в Компасе? – Режим доступа. – <http://veselowa.ru/>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 23.01.2020.
7. Кудрявцев Е. М. КОМПАС-3D V10. Максимально полное руководство. В 2-х томах. – Москва : ДМК Пресс, 2008. – 1184 с.
8. Кидрук М.И. Компас-3D V10 на 100 %. – Москва : ПИТЕР, 2009. – 500 с.

Зміст

Вступ.....	3
Лабораторна робота 1. Поділ окружності на рівні частини.....	3
Лабораторна робота 2. Оформлення креслення	7
Практична робота 1. Основні операції Компас 3D та оформлення креслення	11
Лабораторна робота 3. Сполучення ліній	13
Лабораторна робота 4. Нанесення штриховки на креслення.....	17
Практична робота 2. Креслення зі штриховкою.....	20
Лабораторна робота 5. Креслення з параметризацією	22
Лабораторна робота 6. Основи побудови 3D-моделі	25
Практична робота 3. Побудова креслення з використанням сполучних ліній	28
Лабораторна робота 7. Побудова 3D-моделі	30
Лабораторна робота 8. Створення 3D-моделі вала	32
Практична робота 4. 3D-деталь	35
Лабораторна робота 9. Основи побудови 3D-моделі за перерізами.....	37
Лабораторна робота 10. Створення 3D-моделі листової деталі	41
Практична робота 5. Побудова тіл обертання	46
Лабораторна робота 11. Створення 3D-моделі з використанням «Масиву за таблицею».....	48
Лабораторна робота 12. Створення 3D-моделі листової деталі з використанням штампування	51
Практична робота 6. Створення листової деталі	55
Лабораторна робота 13. Створення складання із 3D-моделей деталей..	57
Лабораторна робота 14. Створення креслення деталі по 3D-моделі.....	60
Практична робота 7. Створення креслення деталі по 3D-моделі	62
Лабораторна робота 15. Створення креслення різьбових з'єднань.....	64
Лабораторна робота 16. Створення 3D-моделі кільцевої пружини	70
Практична робота 8. Побудова різьбових з'єднань.....	73
Список літератури	74

Навчальне видання

ГУБСЬКИЙ Сергій Олександрович

ОКУНЬ Антон Олександрович

ЧУХЛІБ Віталій Леонідович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних і практичних робіт

з курсу

«Основи інформаційних технологій в обробці тиском»

для студентів освітньої програми

«Прикладна механіка»

денної і заочної форми навчання

Відповідальний за видання *В. Л. Чухліб*

Роботу до видання рекомендував *О. М. Шелковий*

Редактор *О. І. Шпільова*

План 2020 р., поз. 139

Самостійне електронне видання